Korrelation zwischen Indikation und Ergebnis bei der Renovasographie

Brigitte Peiß

1979

Aus der Röntgenologischen Abteilung der Medizinischen Klinik
Innenstadt der Universität München
Direktor: Prof. Dr. E. Buchborn

KORRELATION ZWISCHEN INDIKATION UND ERGEBNIS BEI DER RENOVASOGRAPHIE

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Brigitte Peiß
aus München

1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. K. Kopetz
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. E. Buchborn
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 2. 8. 1979

DISSERTATIONS– UND FOTODRUCK FRANK
8 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2 8 0 9 0 9 0

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung: Die Geschichte der Renovasographie	1
2.	Erkrankungen der Nieren und der oberen Harnwege, die im Rahmen der angiographischen Diagnostik Bedeutung haben	5
2.1	Expansiver Prozeß	5
2.1.1	Nierentumor, Metastasen	5
2.1.2	Nierenzyste	6
2.2	Gefäßerkrankungen der Niere und Störungen der renalen Durchblutung	7
2.2.1	Arteriosklerose	7
2.2.2	Fibromuskuläre Hyperplasie	8
2.2.3	Aneurysma	9
2.2.4	Arteriovenöser Kurzschluß	9
2.2.5	Embolie	10
2.2.6	Periarteriitis nodosa	10
2.2.7	Stenose	11
2.3	Entzündliche Erkrankungen der Niere und der ableitenden Harnwege	12
2.3.1	Pyelonephritis	12
2.3.2	Pyonephrose	13
2.3.3	Nierenabszeß, Nierenkarbunkel	13
2.3.4	Glomerulonephritis	14
2.3.5	Nierentuberkulose	14
2.4	Traumatische Veränderungen der Niere	15
2.5	Angeborene oder erworbene Anomalien	17
2.5.1	Aplasie	17
2.5.2	Hypoplasie	17
2.5.3	Akzessorische Niere	17
2.5.4	Persistierende fetale Lappung	17
2.5.5	Verschmelzungsniere	18
2.5.6	Nierendystopie	18
2.5.7	Multiple Nierenarterien	18
2.5.8	Markschwammniere	18
2.5.9	Polyzystische Nierendegeneration	18

2.5.10	Nephroptose	19
2.6	Obstruktion der ableitenden Harnwege	19
2.6.1	Nephrolithiasis	19
2.6.2	Hydronephrose	20
2.7	Renaler Hypertonus	20
2.8	Schrumpfniere	22
2.9	Stumme Niere	22
2.10	Niereninsuffizienz und Nierenversagen	23
2.10.1	Akutes Nierenversagen	23
2.10.2	Chronische Niereninsuffizienz	23
2.10.3	Insuffizienz oder Versagen der Transplantatniere	24
2.11	Hämaturie und Proteinurie	24
3	Wesentliche röntgenologische und nuklearmedizinische Untersuchungen der Nieren und ihre Leistungen	26
3.1	Abdomen Leeraufnahme oder Übersichtaufnahme	26
3.2	Tomographie und Zonographie	27
3.3	Retrograde Pyelographie	27
3.4	Ausscheidungsurographie	28
3.5	Nuklearmedizinische Untersuchungen	31
4	Angiographische Nierenuntersuchungen	32
4.1	Gefäßanatomie der Nieren als wichtige Voraussetzung zur Renovasographie	32
4.2	Technik und Durchführung	33
4.2.1	Translumbale Aortographie	33
4.2.2	Perkutane transfemorale Aretriographie nach Seldinger	34
4.2.3	Intravenöse Aortographie	36
4.3	Kontrastmittel	36
4.4	Indikation zur Angiographie	37
4.5	Kontraindikationen der Angiographie	38
4.6	Leistungen und Grenzen der Angiographie	39
4.7	Komplikationen der Angiographie	40
4.7.1	Instrumentell bedingte Zwischenfälle	40
4.7.2	Kontrastmittelzwischenfälle	42

4.7.3	Statistiken über Zwischenfälle bei Angiographien	43
5	Indikation zur Renovasographie, angiographisches Bild der Nierenerkrankungen und angiographische Differentialdiagnose	44
5.1	Expansiver Prozeß	44
5.1.1	Tumor und Metastase	44
5.1.2	Zyste	48
5.2	Gefäßerkrankungen der Nieren und Störungen der renalen Durchblutung	48
5.2.1	Arteriosklerose	48
5.2.2	Fibromuskuläre Hyperplasie	49
5.2.3	Aneurysma	49
5.2.4	Arteriovenöser Kurzschluß	50
5.2.5	Embolie	51
5.2.6	Periaretiitis nodosa	52
5.2.7	Stenose	53
5.3	Entzündliche Erkrankungen der Niere und der ableitenden Harnwege	54
5.3.1	Pyelonephritis	54
5.3.2	Pyonephrose	55
5.3.3	Nierenabszeß, Nierenkarbunkel	56
5.3.4	Glomerulonephritis	56
5.3.5	Nierentuberkulose	58
5.4	Traumatische Veränderungen der Niere	60
5.5	Angeborene oder erworbene Anomalien	61
5.5.1	Aplasie	61
5.5.2	Hypoplasie	61
5.5.3	Überzählige Niere	61
5.5.4	Persistierende fetale Lappung	62
5.5.5	Verschmelzungsniere	62
5.5.6	Nierendystopie	62
5.5.7	Multiple Nierenarterien	62
5.5.8	Markschwammniere	62
5.5.9	Polyzystische Nierendegeneration	62
5.5.10	Nephroptose	62
5.6	Obstruktionen der ableitenden Harnwege	64

5.6.1	Nephrolithiasis	64
5.6.2	Hydronephrose	64
5.7	Renaler Hypertonus	65
5.8	Schrumpfniere	68
5.9	Stumme Niere	69
5.10	Niereninsuffizienz oder Nierenversagen	69
5.10.1	Akutes Nierenversagen	69
5.10.2	Chronische Niereninsuffizienz	70
5.10.3	Insuffizienz oder Versagen der Transplantatniere	70
5.11	Hämaturie und Proteinurie	72
5.12	Verdacht auf Tumor im Bauchraum	72
6	Statistischer Teil	73
6.1	Expansiver Prozeß	73
6.2	Gefäßerkrankungen der Niere und Störungen der renalen Durchblutung	75
6.3	Entzündliche Erkrankungen der Niere und der ableitenden Harnwege	76
6.4	Traumatische Veränderungen der Niere	77
6.5	Angeborene und erworbene Anomalien	77
6.6	Obstruktion der ableitenden Harnwege	78
6.7	Renaler Hypertonus	79
6.8	Schrumpfniere	81
6.9	Stumme Niere	82
6.10	Niereninsuffizienz und Nierenversagen	83
6.11	Hämaturie und Proteinurie	84
6.12	Verdacht auf Tumor im Bauchraum	85
7	Diskussion der statistischen Ergebnisse	86
8	Zusammenfassung	87
9	Literaturverzeichnis	88
10	Lebenslauf	93

1. Die Geschichte der Renovasographie

Die Kontrastdarstellung der Aorta abdominalis und ihrer Äste nach translumbaler Punktion wurde von DOS SANTOS, LAMAS und CALDAS 1929 in die Diagnostik eingeführt. Als Kontrastmittel verwandten sie das damals einzig bekannte und seit 1918 zur retrograden Pyelographie benützte Jodnatrium. Diese anorganische Jodverbindung bewährte sich wegen ihrer Reizwirkung auf das Gewebe und wegen der Gefahr der Jodintoxikation nicht. Auch das anfänglich sehr gelobte Thorotrast erwies sich als ungeeignet, da es wegen seiner lebenslangen Speicherung in bestimmten Geweben und seiner, wenn auch geringen, Radioaktivität im Laufe von Jahren zu malignen Tumoren führt. Der wesentliche Schritt zu gut harnfähigen, entsprechend kontrastreichen und ungiftigen Präparaten gelang in der Veterinärmedizin durch die Verwendung organischer Jodverbindungen. Erst einige Jahre später erfolgte die Erprobung dieser Monojodpräparate am Menschen. Nun war der Weg über Dijodpräparate zu den heute verwandten Trijodverbindungen nicht mehr weit. (5 S 37-38)

Nicht nur die Kontrastmittelchemie, auch die technische Durchführung der Arteriographie vollzog einen bedeutenden Wandel. Zwar wird heute noch in Einzelfällen die translumbale Aortographie durchgeführt, aber der entscheidende Durchbruch in der Geschichte der Arteriographie gelang SVEN IVAR SELDINGER. Er publizierte 1952 seine Methode der percutanen Katheterangiographie, die als "Percutane transfemorale Arteriographie nach Seldinger" bezeichnet, heute die Methode der Wahl zur Angiographie der Nieren und auch anderer Organe ist. (3) Alle vorher unternommenen Versuche zur Gefäßdarstellung waren unbefriedigend. So war etwa die Injektion des Kontrastmittels über eine einfache Nadel zu wenig gezielt, zu unpraktisch und die Gefahr von Paravasaten groß. Die Katheterangiographie aber erforderte damals eine chirurgische Freilegung der Femoralarterie. Das war zeitraubend und risikoreich für die Beindurchblutung.

Die dann versuchte Kombination von Kanüle und Katheter scheiterte daran, daß die Kanüle während der gesamten Untersuchung im Gefäß verbleiben musste. (33) Erst mit dem Instrumentarium und Vorgehen von Seldinger gelang eine sinnvolle Kombination von Kanüle und Katheter. Die Methode bestand darin, einen Katheter von der gleichen Größe wie die Nadel zu verwenden, und den Katheter vermittels eines flexiblen Führungsdrahtes durch die Punktionsstelle nach Rückzug der Nadel einzuführen.

Aus der Arbeit, mit der Seldinger 1952 seine Methode der percutanen, transfemoralen Katheterangiographie publizierte, sei hier zitiert und Seldingers Instrumentarium und Vorgehen ausgeführt.

Instrumentarium:

a) Eine Punktionsnadel mit Mandrain;
b) ein flexibler, am Ende abgerundeter, metallener Führungsdraht mit zunehmender Beweglichkeit der letzten 3 cm des distalen Endes;
c) ein Polyäthylenkatheter vom gleichen Durchmesser wie die Nadel mit Verbindungsstück zum Aufsetzen der Spritze. Der Durchmesser des Führungsdrahtes sollte kaum geringer sein als der der Nadel und des Katheters, so daß er in der Lage ist durch beide zu passieren. Andererseits sollte er genau ins Lumen des Katheters passen und den Katheter um wenigstens 8 bis 9 cm überragen.

Technische Durchführung: (s. Abb. 1)

a) Nach der Lokalanästhesie wird die Arterie vorsichtig in einem relativ spitzen Winkel punktiert. Nach der Punktion ist es am besten die Nadel um 180 Grad zu drehen und sie ein wenig in die Arterie vorzuschieben, wobei die Blutung dazu benutzt wird sicher zu sein, daß die Nadel in der Arterie liegt.
b) Die elastische Spitze des Führungsdrahtes wird nur ein sehr kurzes Stück in das Lumen der Arterie durch die Nadel eingeführt.
c) Der Führungsdraht wird in seiner Position gehalten und die Nadel zurückgezogen. In diesem Augenblick

sollte die Blutung durch Druck auf die Arterie proximal der Punktionsstelle kontrolliert werden, da der Durchmesser des Führungsdrahtes kleiner ist als das Loch in der Arterie.

d) Der Katheter wird über den Führungsdraht eingeführt. Wenn die Katheterspitze die Haut erreicht, muß das freie Ende des Führungsdrahtes den Katheter überragen.

e) Katheter und Führungsdraht werden nahe der Hautöffnung gehalten. Der Katheter dringt leicht in die Arterie ein, da eine Öffnung bereits durch die Nadel geschaffen wurde. Katheter und Führungsdraht werden soweit vorgeschoben, daß die Spitze des ersteren genau im Lumen des punktierten Gefäßes liegt.

f) Der Führungsdraht wird zurückgezogen und der Katheter in die gewünschte Höhe dirigiert, nachdem man sich einer arteriellen Blutung aus dem Katheter versichert hat. Der nicht verstärkte Katheter wird gewöhnlich im Gefäß ohne Schwierigkeiten vorgeschoben. Gelegentlich jedoch muß der Führungsdraht nochmals in den Katheter eingeführt werden, um ihn zu unterstützen. Der Führungsdraht soll nicht über die Katheterspitze hinausgeschoben werden. (33)

SVEN IVAR SELDINGER

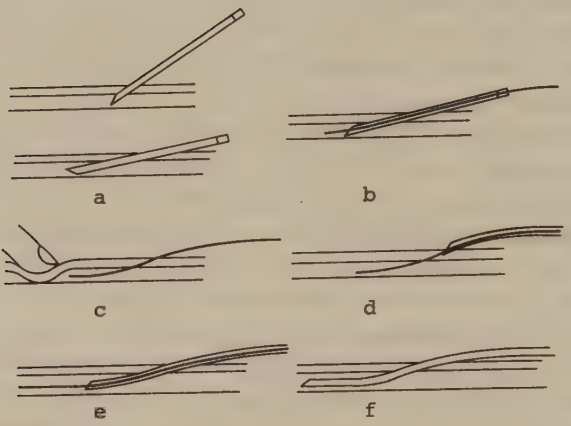


Abb. 1

Diagram of the technique used. a) The artery punctured. The needle pushed upwards. b) The leader inserted. c) The needle withdrawn and the artery compressed. d) The catheter threaded on to the leader. e) The catheter inserted into the artery. f) The leader withdrawn.

Für die radiologische Gefäßdarstellung, eine diagnostisch sehr bedeutende Untersuchung, war ein technisch gut durchführbarer und relativ komplikationsloser Weg gefunden, der die Angiographie heute in einem großen Umfang zuläßt. Sie ist zu einer Routineuntersuchung geworden. Die Angiographie sollte dennoch erst nach Ausschöpfung weniger aufwendiger diagnostischer Verfahren durchgeführt werden, d. h., die Indikation darf nicht leichtfertig gestellt werden.

2. Erkrankungen der Nieren und der oberen Harnwege, die im Rahmen der angiographischen Diagnostik Bedeutung haben.

2.1 Expansive Prozesse: Tumoren, Metastasen, Zysten

2.1.1 Nierentumoren, Metastasen.

Nierentumoren, sowohl benigne als auch maligne, gehen entweder vom Nierenparenchym selbst oder vom Nierenbekkenkelchsystem aus. In der Regel befallen sie eine Niere, nur in seltenen Fällen beide. Histologisch gesehen handelt es sich um verschiedene epitheliale oder mesenchymale Tumoren oder um embryonale Mischtumoren. Der bedeutendste und häufigste Tumor ist das Hypernephrom, das den malignen epithelialen Geschwülsten zugehört. Mit 75 - 94 % stellt es den Hauptanteil der Nierenmalignome. Insgesamt ist die Niere relativ selten von bösartigen Tumoren befallen, nach Obduktionsbefunden nur in 0,4 - 1 % der Gesamtzahl von Malignomen. Von diesen 0,4 - 1 % wiederum werden aber nur ein Drittel ante mortem diagnostiziert. (32)

Insgesamt doppelt so häufig als Ursprungsort eines Primärtumors sind die Nieren Sitz von Metastasen, vor allem der Bronchial-, Magen- und Mammacarcinome. 5,6 - 8,7 % aller Metastasen sitzen in der Niere. Jedoch werden Metastasen oft nicht diagnostiziert, da sie nur selten und meist im Terminalstadium des Grundleidens klinisch in Erscheinung treten. Sie befallen als kleine, multiple Knoten überwiegend beide Nieren. (16)

Die klinischen Symptome der Nierentumoren sind oft uncharakteristisch oder fehlen ganz. Immerhin findet man in über 50 % die meist schmerzlose Hämaturie. Der palpatorische Nachweis scheitert häufig an der Adipositas der Patienten. Linkseitig wird der Palpationsbefund bisweilen als Milztumor fehlgedeutet. (7) Oft bestehen BKS-erhöhung und Anämie. Weiterhin werden beschrieben:

Schmerzen, Gewichtsverlust bis zur Kachexie, Metastasenbildung, Fieber, Miktionsbeschwerden, Koliken, Hypertonus, Müdigkeit, Leistungsminderung, Abdominalbeschwerden. (31)

Diagnostische Aufschlüsse erbringen Leeraufnahme, Tomographie, Ausscheidungsurogramm, nuklearmedizinische Untersuchungen und Nierenphlebographie. Die bei weitem wichtigste radiologische Maßnahme zur Abklärung von Nierentumoren ist jedoch die Renovasographie. In der angiographischen Tumordiagnostik ist die Histologie des Tumors und damit in engem Zusammenhang der Vaskularisationsgrad von Bedeutung. In ca 85 % der Fälle kommt es zur Ausbildung einer tumortypischen Hypervaskularisation. Bei etwa 10 % sind die tumoreigenen pathologischen Gefäße nur sehr spärlich und bei 5 % fehlen sie ganz. Das klassische Hypernephrom bietet große wasserhelle Zellen in einem gefäßreichen Stroma, wohingegen dem papillären Nierencarcinom kleine, dunkler granulierte Zellen und ein gefäßarmes Bindegewebe zugrunde liegen. Nierenbeckentumoren, die sich vom Übergangsepithel ableiten, haben häufig fehlende oder sehr spärliche Vaskularisierung. Ebenfalls gefäßarm oder gefäßlos erscheinen Tumoren, die bindegewebig obliteriert sind, oder sich regressiv in Form von Nekrosen, Blutungen oder zystischen Degenerationen verändert haben. Benigne Tumoren weisen alle Vaskularisationsgrade auf, meist jedoch ein spärliches Gefäßbild. (32, 40)

2.1.2 Nierenzysten

Nierenzysten sind einzelne, in einem sonst normalen Organ auftretende, rundliche Hohlräume mit Flüssigkeit gefüllt, die in der Einzahl oder Mehrzahl, ein- oder beidseitig, vorwiegend subkapsulär in der Rinde liegen. In seltenen Fällen kommunizieren Zysten mit dem Nierenbeckenkelchsystem. Der Inhalt des glattwandigen und meist nicht unterteilten Zysteninnenraums besteht in

einer serös - klaren Flüssigkeit, die allerdings auch blutig sein kann. Die Zystengröße variiert von Erbsengröße bis zu einem Fassungsvermögen von 10 Liter im Extremfall. (5 S.255-270)

Selten führen Zysten zu klinischen Erscheinungen. Bei großen Zysten bestehen eventuell folgende Symptome: palpabler beweglicher Tumor mit möglicherweise fühlbarer Fluktuation, leichte Schmerzen, Völle- und Spannungsgefühl im Oberbauch oder paravertebral, Hypertonie, Hämaturie. Die Hämaturie kann in seltenen Fällen stärker sein und sogar zu Koliken und Anämie führen.

Die Möglichkeit zur malignen Entartung von Nierenzysten besteht in 0,5 - 7 %. Besonders Zysten mit hämorrhagischem Inhalt sind carcinomverdächtig. In einem Viertel dieser Fälle ist mit Malignität zu rechnen. (5 S.255-270, 14)

Zur Diagnosestellung stehen radiologisch Übersichtsaufnahme, Ausscheidungsurogramm, Sonogramm und nuklearmedizinische Untersuchungen zur Verfügung. Die wesentliche Rolle spielt wieder die Angiographie, möglichst in Form der selektiven Methode.

2.2 Gefäßerkrankungen der Niere und Störungen der renalen Durchblutung: Arteriosklerose, fibromuskuläre Hyperplasie, Aneurysma, arteriovenöser Kurzschluß, Embolie, Periarteriitis nodosa, Stenose.

2.2.1 Arteriosklerose

Die Arteriosklerose der Nieren tritt in der Regel im Rahmen einer allgemeinen Arteriosklerose des Körpers in Erscheinung. Sie befällt Männer weitaus häufiger als Frauen und zwar überwiegend nach dem fünfzigsten Lebensjahr. Bei der Arteriosklerose handelt es sich um exzentrische, selten zirkuläre, fibröse Plaques der Gefäßintima mit Fett- und Calciumsalzeinlagerungen. Die Arte-

riosklerose befällt vorwiegend den Stamm der Arteria renalis mit einer Lieblingslokalisation in der Gegend des Ursprungs aus der Aorta, aber auch Segmentarterien und peripherere Gefäße.

Folgen der Arteriosklerose können Stenosierungen, Hypertonus, Aneurysmen, Thrombenbildung und Infarkte sein. (5 S. 804-806, 37 S. 293)

Als Röntgenuntersuchung erfolgen die Übersichtsaufnahme, Urographie und Renovasographie.

2.2.2 Fibromuskuläre Hyperplasie

Die fibromuskuläre Hyperplasie, die vorwiegend Frauen in jüngeren Jahren betrifft, ist ätiologisch bislang ungeklärt. Man diskutiert mechanische Überdehnung der Arterie, z. B. bei Nephroptose, Schwäche des elastischen Gewebes, kongenitale Anomalien oder Zustand nach Arteriitis. Die Prädilektionsstelle für die Veränderungen liegt im Mittelteil der Nierenhauptarterie, und erstreckt sich über eine größere Entfernung möglicherweise bis in die Segmentarterien. Die rechte Niere ist häufiger befallen als die linke.

Pathohistologisch handelt es sich um den Wechsel von Abschnitten mit erheblicher Hyperplasie der fibrösen, elastischen und auch muskulären Anteile der Gefäßwand mit Abschnitten von Destruktion und Degeneration der gleichen Anteile. (18)

Die fibromuskuläre Hyperplasie ist eine fortschreitende Erkrankung, und kann zum Verschluß der Arteria renalis führen. Weitere mögliche Komplikationen sind Thrombosen, Rupturen und Wanddissektion. Hochdruck kann, muß jedoch nicht zwangsläufig aus dieser Erkrankung resultieren. (18)

An radiologische Untersuchungen sind das Urogramm und vorwiegend die Angiographie erforderlich.

2.2.3 Aneurysma

Aneurysmen der Nierenarterien sind sehr selten. Die Angaben schwanken zwischen 0,01 und 0,7 %. (18) Dabei unterscheidet man zwischen echten und falschen Aneurysmen. Bei echten Aneurysmen liegt eine umschriebene Ausweitung der normalen Arterienwand vor, ausgelöst durch angeborene Wandschwäche, fibromuskuläre Hyperplasie oder Arteriosklerose. Falsche Aneurysmen entstehen durch Dissektion, traumatisch oder iatrogen.
Ihre Wand wird durch umgebendes Bindegewebe gebildet. Zahlreiche kleine Aneurysmen kann man bei der Periarteriitis nodosa und gelegentlich bei rheumatischen Erkrankungen beobachten.

Klinisch bleiben zahlreiche Aneurysmen stumm. Nur manchmal verursachen sie leichte Schmerzen, Hämaturie, Hypertonus oder Palpations- und Auskultationsbefunde. Aneurysmen können Thrombosierungen mit Infarkten und Stenosen zur Folge haben. Die schwerwiegendste Komplikation, die schnellstmögliche Diagnosestellung und chirurgisches Vorgehen erfordert, ist die Gefäßruptur, die nicht selten einen tödlichen Ausgang hat. (18, 5 S 814-817)

Nachdem klinisch die Diagnose Aneurysma nicht zu stellen ist, sind bei verkalkten Aneurysmen die Leeraufnahme, ansonsten die Urographie, besonders aber die Renovasographie von Bedeutung.

2.2.4 Arteriovenöse Kurzschlüsse

Die Bezeichnung arteriovenöse Fistel umfaßt eine Vielzahl pathogenetisch völlig verschiedenartiger Prozesse, denen der direkte Übertritt des Blutstromes vom arteriellen Hochdruckgebiet in das venöse Niederdruckgebiet noch vor Erreichung des präkapillaren Gebietes gemeinsam ist. Sie können angeboren sein, oder aber sie entstehen durch Perforation eines Aneurysmas, posttraumatisch, postope-

rativ, iatrogen oder durch Gefäßneubildung bei hypervaskularisierten Tumoren.

Die seltenen Symptome von großen arteriovenösen Kurzschlüssen sind Hämaturie, Hypertonus, Herzhypertrophie durch erhöhtes Schlagvolumen und auskultatorisch Rauschen oder Schwirren in der Nierengegend.

Die Röntgendiagnostik basiert in erster Linie auf der Renovasographie, aber auch auf dem Ausscheidungsurogramm. (37 S. 314-315)

2.2.5 Embolie

Die Embolie ist die häufigste Ursache des Niereninfarktes. Sie tritt vorwiegend bei Patienten mit Mitralvitien auf, nur selten bei Patienten mit atheromatösen Veränderungen der Aorta.

Als Folge der Embolie kommt es bei Verschluß der Nierenhauptarterie zur Totalnekrose der Niere, bei Verschluß kleinerer Arterien zu mehr oder weniger großen Infarktbezirken, entsprechend dem Versorgungsgebiet des betroffenen Gefäßes.

Klínisch imponieren bei großen Infarkten intensive Schmerzen, Übelkeit, Erbrechen und Kreislaufkollaps. (5 S. 798-803)

Radiologisch wird die Diagnose durch Ausscheidungsurogramm, Radioisotopenuntersuchungen und Renovasographie gestellt.

2.2.6 Periarteriitis nodosa

Die Periarteriitis nodosa ist eine progressive, rezidivierende, nekrotisierende Panarteriitis, die überwiegend kleine und mittlere Arterien betrifft. Charakterisiert ist sie durch Symptome einer Allgemeininfektion mit lokalen Symptomen, die vom spezifischen Organbefall bestimmt werden. Männer in allen Altersstufen werden häufiger befallen als Frauen. Die Krankheit

scheint eine allergische Genese zu haben. Die Nieren sind mit 80 - 100 % das am häufigsten betroffene Organ, wobei alle Nierenarterien verändert sein können. Hämorrhagien, Thrombosen und Aneurysmen sind die möglichen Folgen.

Das Röntgendiagnostikum der Wahl stellt die Angiographie dar. (12

2.2.7 Stenosen

Stenosen im Bereich der Nierenarterie und ihrer Äste sind keine eigene Erkrankung der Nieren, sondern Folge verschiedenster anderer Erkrankungen. Von der Vielzahl der möglichen Ursachen seien nur die beiden wichtigsten erwähnt, die Arteriosklerose und die fibromuskuläre Hyperplasie.

Die Bedeutung der Stenosen liegt erstens in der Organveränderung, nämlich einer diffusen oder umschriebenen Volumenabnahme der Niere, zweitens in der möglichen Auslösung einer renalen Hypertonie. Stenosen können progredient sein und zum totalen Verschluß führen. Bei langsamer Zunahme der Stenose bildet sich, obwohl die Nierenarterien als Endarterien gelten, ein Umgehungskreislauf mit Nebennieren-, Lumbal- und Genitalgefäßen. Selbst bei komplettem Verschluß vermag ein gut entwickelter Kollateralkreislauf eine Nierenfunktion, allerdings stark reduziert, aufrecht zu erhalten. (30)

Die radiologische Diagnose der Stenose basiert auf Ausscheidungsurogramm, Radioisotopenuntersuchungen und vorwiegend auf der Angiographie.

2.3 Entzündliche Erkrankungen der Niere und der ableitenden Harnwege: Pyelonephritis, Pyonephrose, Abszeß, Karbunkel, Glomerulonephritis, Tuberkulose.

2.3.1 Pyelonephritis

Die Pyelonephritis ist eine herdförmige oder diffuse, bakterielle Entzündung der Nieren, die - primär im Interstitium - sich erst sekundär an Tubuli, Gefäßen und Glomerula abspielt. Die Beteiligung des Nierenbekkens ist fakultativ. Die Infektion erfolgt entweder aszendierend von den ableitenden Harnwegen oder hämatogen. Als prädisponierende Faktoren gelten Anomalien der Niere oder der Ureteren, Steine und andere mechanische oder funktionelle Abflußhindernisse, Zystitiden, instrumentelle Eingriffe, Diabetes mellitus, verminderte körperliche Abwehrkraft und möglicherweise Östrogen- und Progesteroneinflüsse. Die Pyelonephritis ist das bei weitem häufigste und zugleich das am meisten übersehene Nierenleiden. Sowohl klinisch als auch histopathologisch und damit röntgenologisch ist eine akute Form von einer chronischen zu unterscheiden.
Klinisch treten bei der akuten Form auf: Fieber, Schmerzen im Nierenlager und beim Wasserlassen, möglicherweise Pollakisurie und Dysurie, BKS-erhöhung, Bakteriurie, Leukozyturie, Albuminurie. Die chronische Form ist bisweilen sehr heimtückisch und kann bis ins Finalstadium latent bleiben. Mögliche Erscheinungen sind intermittierende Bakteriurie, Leukozyturie, geringe Proteinurie, Fieber, klopfempfindliches Nierenlager, Hochdruck, eine Herabsetzung der quantitativen und qualitativen Harnproduktion und eine Erhöhung der Nierenserumwerte. Bei den weitaus häufigeren bilateralen Erkrankungen droht die Niereninsuffizienz.

Der Röntgendiagnostik dienen die Leeraufnahme, die Tomographie, die Infusionsurographie, nuklearmedizinische Untersuchungen und die Angiographie. (26 S 189-193; 5 S 376-377)

2.3.2 Pyonephrose

Unter Pyonephrose versteht man von der Genese her zwei verschiedene Erkrankungen: erstens eine vereiternde Hydronephrose; zweitens eine primär eitrige Zerstörung des Nierenparenchyms und infolge einer Abflußbehinderung sekundär eine Ausweitung des Prozesses auf das Nierenbecken. Schwere Pyonephrosen haben überwiegend ein Steinleiden oder eine Tuberkulose, aber auch eine Pyelonephritis zur Grundlage.

Bei meist schleichendem klinischem Verlauf kann es zu Beschwerden wie Völlegefühl, druckschmerzhaftem Nierenlager, leichten Blasenreizungen und Temperaturanstiegen kommen.
Geeignete Röntgenuntersuchungen sind Übersichtsaufnahme, Urogramm, Radioisotopenuntersuchungen und Renovasographie. (5 S 409-413)

2.3.3 Nierenabszeß, Nierenkarbunkel

Der Nierenabszeß - eine sehr seltene , häufig im Rindengebiet liegende Erkrankung - entsteht hämatogen, oder durch Einschmelzung bei Pyelonephritis oder Tuberkulose. Er tritt meist in der Einzahl, nur selten multipel auf, und erreicht eine Größe bis zu der eines kleinen Apfels. Ein Durchbruch durch die Nierenhüllen oder ins Nierenbecken ist möglich.

Klinisch oftmals symptomlos, kann es doch zu leichten Schmerzen im Nierenlager, zu Temperaturanstieg, BKS-erhöhung, Leukozyturie und Bakteriurie kommen.

Ausscheidungsurogramm, möglicherweise mit Veratmung, Tomographie der Nieren und des Musculus psoas und Angiographie helfen bei der schwierigen Diagnose.

Beim Karbunkel, einer ebenfalls höchst seltenen Erkrankung, handelt es sich um einen hämatogenen embolischen Streptokokkeninfekt, der - in der Rinde lokalisiert - zu einer starken entzündlichen Beteiligung der Nierenhüllen

führt. Meist scharf begrenzt ist diese leukotytäre Infiltration in das ansonsten unveränderte Nierenparenchym eingelagert.

In der Anamnese finden sich oft schon länger zurückliegende Streptokokkeninfekte. Die Klinik ist mit starker BKS-erhöhung, längerdauerndem Fieber, Leukozytose und leichten Schmerzen unspezifisch.

Die Röntgenuntersuchungen entsprechen denen des Abszesses. (26 S 195, 5 S 420)

2.3.4 Glomerulonephritis

Bei der akuten, diffusen Glomerulonephritis mit ihren Kardinalsymptomen Albuminurie, Hämaturie, Ödeme, Oligurie und Hypertonus handelt es sich entweder um eine Zweiterkrankung nach Streptokokkeninfekt oder um einen Befall der Nieren unklarer Genese. Aus der akuten Form, die immer beide Nieren betrifft, kann sich die chronische entwickeln. Diese Erkrankung, die mit Hochdruck, Ödemen, Proteinurie, Hypalbuminämie, und Hämaturie einhergehen kann, ist progredient und führt zur dekompensierten renalen Insuffizienz.

Die akute Glomerulonephritis zeigt keine radiologischen Veränderungen. Die sichere Diagnose kann nur histologisch und fluoreszenzmikroskopisch gestellt werden. Mögliche Untersuchungen bei der chronischen Form sind Leeraufnahme, Urogramm und Angiographie. (28 S 206-208)

2.3.5 Nierentuberkulose

Die Tuberkulose der Niere ist meist eine Komplikation der pulmonalen Form, entstanden durch eine hämatogene Streuung der Tuberkelbazillen. Im allgemeinen sind beide Nieren ganz befallen. Es kann aber auch nur ein einziges Kelchgebiet betroffen sein, was für eine günstige Abwahrlage des Organismus spricht. Zunächst kommt es zu miliaren Knötchen in der Rinde, die spurlos ausheilen

können. Wird im weiteren Verlauf auch das Mark befallen, handelt es sich um eine geschlossene Parenchymtuberkulose. Möglicherweise bilden die Knötchen Konglomerattuberkel und verkäsen oder werden zu Kavernen. Zur offenen Tuberkulose - auch progressiv ulzerös-kavernöse genannt - wird die Erkrankung durch Einbruch in das Hohlraumsystem. Die Parenchymtuberkulose und bisweilen auch die offene Tuberkulose verläuft ohne subjektive Symptome. Im Urin findet man eine leichte Leukozyturie, Mikrohämaturie und Tuberkelbazillen. Zystitische Beschwerden, Epididymitis, Ureterkoliken und Schmerzen in der Niere sind Zeichen für eine bereits offene Tuberkulose. Die Therapie erfolgt mit Tuberkulostatika. Nur in seltenen Fällen ist eine chirurgische Intervention erforderlich.

Die Hauptbedeutung in der Diagnostik kommt der positiven Kultur zu. Aber auch negative Kulturen und Tierversuche schließen das Bestehen einer alten geschlossenen Tuberkulose, einer Parenchym- und sogar einer floriden Nierentuberkulose nicht sicher aus. So gehört die Röntgenuntersuchung ebenfalls zur Tuberkulosediagnostik, auch um Lokalisation, Ausmaß und Art festzustellen. Man bedient sich dabei der Leeraufnahme, des Urogramms, der retrograden Pyelographie, des Tomogramms und seltener der Angiographie. (5 S 438-442)

2.4 Traumatische Veränderungen der Niere

Bei den traumatischen Veränderungen der Nieren handelt es sich überwiegend um geschlossene Verletzungen, die durch stumpfe Gewalteinwirkung verursacht werden. Die seltenen offenen Verletzungen haben im Rahmen der Röntgendiagnostik keine Bedeutung. Im Folgenden seien die möglichen Verletzungen angeführt.

a) Die Kontusion der Niere ist eine Verletzung ohne morphologisch faßbares Substrat, aber mit vorübergehender Funktionseinschränkung und möglichem interstitiellem

Ödem. Am betroffenen Organ bleiben in der Regel keine Schäden.

b) Rupturen des Nierenparenchyms gehen von kleinen Einrissen bis zur totalen Parenchymzertrümmerung, mit und ohne Beteiligung des Nierenbeckenkelchsystems. Häufig liegen die Rupturen quer zur Längsachse, und sind keilförmig und an der Konvexität der Niere lokalisiert. Ausgeprägte Querrisse führen zur Polabtrennung oder zur ein- oder mehrfachen Zerteilung der Niere.

c) Eine Mitbeteiligung der Gefäße bei Verletzungen des Parenchyms oder Nierenbeckens ist selbstverständlich. Selten sind Abrisse der Nierenhauptarterie oder ihrer Äste. Sie bedingen entweder eine Totalnekrose der Niere oder einen partiellen Niereninfarkt und mehr oder weniger starke Blutungen. Einrisse, meist an der Arteria renalis lokalisiert, können eine Intimaeinrollung und nachfolgenden thrombotischen Verschluß bewirken.

d) Perirenale Hämatome liegen subkapsulär und entstehen bei intakter Capsula fibrosa. Da diese wenig dehnungsfähig ist, verursacht das Hämatom eine Kompression des Nierenparenchyms mit Verkleinerung der Niere bei Vergrösserung des Organschattens. Pararenale Hämatome sind außerhalb der Fascia renalis im Retroperitoneum lokalisiert und entstehen bei der Zerreißung der Capsula fibrosa. Allerdings haben sie nicht nur renale Ursachen.

e) Verletzungen des Nierenbeckens und der Ureteren ohne Parenchymbeteiligung, wie Einrisse oder Abrisse einzelner Kelchgruppen oder der gesamten Niere, sind sehr selten.

Meist aber findet man bei Nierentraumen kombinierte Verletzungen. An erster Stelle der klinischen Symptomatik steht die Hämaturie. Weitere Beschwerden können sein: Schock, prallweiches, schmerzhaftes Hämatom im Nierenlager, Bauchdeckenspannung, ebenfalls blutungsbedingt, Meteorismus und Infektionen.

Für die radiologische Diagnostik sind Leeraufnahme, das Urogramm und die Angiographie notwendig. Die retro-

grade Pyelographie findet bei der Ureterenverletzung Anwendung. (37 S 466-484, 5 S 739-743)

2.5 Angeborene und erworbene Anomalien: Aplasie, Hypoplasie, überzählige Niere, persistierende fetale Lappung, Verschmelzungsniere, Nierendystopie, multiple Nierenarterien, Markschwammniere, polyzystische Nierendegeneration, Nephroptose.

2.5.1 Bei der unilateralen Aplasie fehlt bei vorhandener fetaler Anlage die Weiterentwicklung zum funktionstüchtigen Organ. Die ausgebildete kontralaterale Niere ist kompensatorisch hypertrophiert und kann meist die Nierenfunktion in normalem Ausmaß aufrechterhalten. So bleibt die unilaterale Aplasie meist unerkannt. (26 S 223)

2.5.2 Unter hypoplastischen Nieren sind kleinere Nieren zu verstehen, bei denen die Ursache der Verkleinerung mit Sicherheit auf Entwicklungsstörungen zurückzuführen ist. Sie besitzen eine geringe Anzahl regelrecht gebauter Nephronen und weisen im Verhältnis zur Masse des Organs normale Funktion auf. Die unilaterale Hypoplasie bleibt häufig symptomlos, kann aber Hypertonie, Rückenschmerzen und eine erhöhte Infektanfälligkeit zur Folge haben. (37 S 240)

2.5.3 Von einer akzessorischen Niere spricht man, wenn ausser der normalen Nierenzahl eine weitere, vollständige, aber meist kleinere Niere vorhanden ist. (37 S 239)

2.5.4 Persistiert eine fetale Lappung (diese besteht normalerweise bis zum Alter von 4 oder 5 Jahren), so gilt sie als bedeutungslose anatomische Variante mit normaler Ausreifung und Funktion. (5 S 149)

2.5.5 Die Verschmelzungsniere entsteht durch Verschmelzung beider Nieren in verschiedener Form und Lokalisation, und ist eine häufige Anomalie, die meist zu atypischen Nierenbeckenkelchsystemen, multipler Gefäßversorgung, Fehlrotation und bisweilen zur Obstruktion der Harnleiter führt. Das fördert eine Hydronephrose, Infektionen und Konkrementbildung. Klinisch ist die Verschmelzungsniere meist stumm. (26 S 232)

2.5.6 Die Nierendystopie ist eine angeborene Lageveränderung meist einer, aber auch beider Nieren nach kaudal, kranial, lateral oder mit Überkreuzung. Die atypische Gefäßversorgung kann aus verschiedenen Arterien erfolgen. Bisweilen werden beide Nieren aus einem Gefäß gespeist. (35)

2.5.7 Multiple Nierenarterien sind eine anatomische Variante, die erst durch eine mögliche Ureterkompression mit nachfolgender Hydronephrose pathologische Bedeutung bekommt. (14)

2.5.8 Bei der Markschwammniere handelt es sich, wie der Name bereits sagt, nur um eine Veränderung des Markes, nämlich um eine angeborene zystische Erweiterung ausschließlich der Sammelröhrchen. Häufig kommt es zur Konkrementbildung in den Markzysten. Gelegentlich werden Hämaturie, Pyurie und Steinabgänge mit Koliken beobachtet. (5 S 242-254)

2.5.9 Die polyzystische Nierendegeneration ist eine angeborene, diffuse Durchsetzung beider Nieren mit kleinen oder größeren Zysten, die mit einer Volumenzunahme der Nieren einhergeht. Bei Kindern kann sie zum palpatorisch gestellten Verdacht auf Tumor führen. Oft bleibt sie jedoch bis ins Erwachsenenalter symptomlos und wird nur zufällig entdeckt. Bei zunehmender Verminderung funktionstüchtigen Parenchyms kommt es zu einer kompensier-

ten Niereninsuffizienz. Zerplatzen von Zysten verursacht Hämaturie und Koliken. Operatives Vorgehen erfordern voluminöse großblasige Zystennieren, die Beschwerden verursachen. (5 S 242)

2.5.10 Die Nephroptose, eine erworbene Anomalie, ist ein Nierentiefstand, bedingt durch Schwäche des Aufhängeapparates. Zwar bleibt die Nephroptose klinisch meist stumm, bisweilen jedoch löst sie ausgeprägte Schmerzen vorwiegend in aufrechter Körperhaltung oder Harnabflußbehinderung infolge Ureterabknickung aus. Durch Zerrung oder Kalibereinengung der Nierenhauptarterie kann ein Hypertonus entstehen. (26 S 231)

2.6 Obstruktion der ableitenden Harnwege: Nephrolithiasis, Hydronephrose.

2.6.1 Nephrolithiasis.

Bei den Nierensteinen handelt es sich um Konkrementbildung aus normalen oder pathologischen Harnbestandteilen mit oder ohne Einlagerung von mineralischen Substanzen. Ihre Größe variiert. Von Sand bis zu Kelch- und Beckenausgußsteinen sind alle Formen möglich. Man unterscheidet Ureter- Kelch- Becken oder Parenchymsteine, je nach der Lokalisation. Die häufigste Ursache für Steine sind Harnwegsinfekte. Umgekehrt führen Steinleiden oft zu Infektionen. Die klinischen Symptome sind Schmerzen, überwiegend kolikartig, Mikrokämaturie, häufig chronische Pyurie und bisweilen reflektorisch paralytischer Ileus.

Ist eine konservative Therapie nicht möglich oder nicht erfolgreich, bedarf es der chirurgischen Intervention. Über ein Drittel aller Nierenoperationen sind durch Steinleiden bedingt. Der Röntgenuntersuchung dienen Leeraufnahme, Ausscheidungsurogramm und Angiographie. (28 S 209, 5 S 499-501)

2.6.2 Hydronephrose

Unter Hydronephrose versteht man eine Erweiterung des Nierenbeckenkelchsystems und eventuell auch des Ureters durch Aufstauung von Urin bei erschwertem oder aufgehobenem Harnfluß und daraus resultierend eine Druckatrophie des Nierenparenchyms. Zunehmende Ausweitung des Nierenbeckens - es kann im Extremfall mehrere Liter Harn fassen - führt zur Abnahme funktionstüchtigen Parenchyms bis zur vollständigen Atrophie.

Von den vielfältigen Ursachen für die Hydronephrose seien nur die wichtigsten erwähnt: Motilitätsstörung, Nephrolithiasis, Ureterstenosen, Tumor in den ableitenden Harnwegen, Kompression von außen und Anomalien. Kurzdauernde Harnabflußbehinderungen führen nicht zur Hydronephrose.

Mögliche klinische Beschwerden oder Befunde der Hydronephrose sind Bluthochdruck, Schmerzen und ein palpabler Tumor. Die besonders infektgefährdete hydronephrotische Niere kann als Schrumpfniere enden. Therapeutische Konsequenz ist je nach Ausmaß die organerhaltende Operation durch Aufhebung des mechanischen Hindernisses oder die Nephrektomie. (26 S 186, 2)

Zur Röntgendiagnostik dienen Leeraufnahme, Urogramm, möglichst als Infusionsurogramm, Radioisotopenuntersuchungen und Angiographie.

2.7 Der renale Hypertonus.

Als renale Hypertonie bezeichnet man jene Form des Hochdrucks, bei der nachweislich pathologische Prozesse, welcher Art auch immer, zu einer Minderdurchblutung des Nierenparenchyms führen und dadurch über den Goldblattmechanismus, d. h. über Renin - Angiotensin einen Hochdruck hervorrufen. 15 - 20 % aller Hypertoniker leiden an dieser Hochdruckform. In 75 % der Hypertoniefälle

handelt es sich um einen essentiellen Hypertonus, was eine Diagnose per exclusionem ist. Die verbleibenden 5 % sind endokrin, kardiovaskulär, neurogen oder medikamentös verursacht. (14, 22)

Die wichtigsten Ursachen des renalen Hochdrucks sind:

a) renal parenchymatös
   beidseitig: akute und chronische Glomerulonephritis, chronische Pyelonephritis, Zystennieren, Parenchymschäden im Rahmen interner Erkrankungen.
   fakultativ einseitig: Hydronephrose, Pyonephrose, Hypoplasie, Schrumpfniere, Nierentumor, Nierenzyste, Tuberkulose.
b) renovaskulär:
   ein- und beidseitige Nierenarterienstenosen sowie Segment- und Polarterienstenosen, Nierenaneurysma, arteriovenöser Kurzschluß, Thrombose oder Embolie.
c) extrarenal
   expansive Prozesse durch Kompression der Nierenarterie. (3, 22, 37 S 501-503)

All die erwähnten Erkrankungen können einen Hypertonus verursachen, führen aber nicht zwangsläufig dazu. bei hypoxischen Zuständen der Nieren kann von der betroffenen Niere ein eiweißspaltendes Ferment, das Renin, gebildet werden, das aus den Globulinen des Blutplasmas das eigentlich blutdrucksteigernde Angiotensin abspaltet. Schwierig ist es diesen Hochdruckmechanismus als solchen zu erkennen. (5 S 808)

Radiologische Suchmethoden für den renalen Hypertonus sind Leeraufnahme, nuklearmedizinische Untersuchungen, Ausscheidungsurogramm mit Frühurogramm, ev. die washout- Urographie. Die definitive Untersuchungsmethode ist die selektive Renovasographie. (20)

2.8 Schrumpfniere

Bei Schrumpfnieren handelt es sich nicht um eine eigene Erkrankung der Nieren, sondern um die mögliche Folge einer Vielzahl von Erkrankungen, wie Pyelonephritis, Glomerulonephritis, Tuberkulose, Arteriosklerose, Periarteriitis nodosa, Hydronephrose mit Infektion, totaler oder multipler Infarkt.

Beidseitige Schrumpfnieren bedingen eine zunehmende Niereninsuffizienz bis zum Nierenversagen. Die einseitige Schrumpfniere kann bei gesunder Kontralateralniere symptom- und folgenlos bleiben. Häufig geht sie mit einem Hypertonus einher. Ansonsten entspricht die Klinik von Schrumpfnieren derjenigen ihrer Grunderkrankung.

2.9 Stumme Niere

Die stumme Niere ist keine Erkrankung sondern ein röntgenologisch deskriptiver Begriff und bedeutet fehlende Kontrastmittelausscheidung im Urogramm und in der Radioisotopenuntersuchung, das heißt völliges Fehlen der exkretorischen Nierenfunktion. Es handelt sich also um eine funktionslose Niere. Die Ursache kann vielfältig sein: Anomalie, Trauma, Obstruktion der ableitenden Harnwege, Folge fast aller Erkrankungen der Niere und der ableitenden Harnwege. Klinik und Therapie sind abhängig vom auslösenden Agens. Häufig ist die Feststellung der stummen Niere ein Zufallsbefund, allerdins kein seltener Befund. (37 S 505-509)

2.10 Niereninsuffizienz und Nierenversagen: akutes Nierenversagen, chronische Niereninsuffizienz, Versagen und Insuffizienz einer Transplantatniere.

2.10.1 akutes Nierenversagen

Das akute Nierenversagen ist eine akut auftretende Anurie, d.h. ein Zusammenbruch der exkretorischen und regulatorischen Nierenfunktion, ausgelöst durch Hypovolämie, Hämolyse, Intoxikation, allergische Reaktion, primäre Nierenerkrankung u.a.m.

Histopathologisch handelt es sich um eine ischämische Tubulusnekrose mit Ausbildung eines interstitiellen Ödems. Dies führt zur Auftreibung des Organs und über interstitielle Druckerhöhung zu ausgedehnten Gefäßverschlüssen in der Peripherie. Bleibt die sofortige Behandlung dieses schweren Krankheitsbildes erfolglos, so ist die einzige mögliche Therapie die Dialyse. Häufig ist die Prognose des akuten Nierenversagens gut und eine völlige Wiederherstellung des normalen Zustandes möglich. (28 S 194, 26 S 111)

2.10.2 chronische Niereninsuffizienz

Eine chronische Niereninsuffizienz nennt man eine fortschreitende Verminderung funktionstüchtigen Parenchyms, die möglicherweise zur dekompensierten Insuffizienz und finalen Urämie, d.h. zur irreversibelen Parenchymschädigung führt. In der Regel liegen Schrumpfnieren vor. Auch die chronische Niereninsuffizienz kann durch eine Vielzahl von Erkrankungen ausgelöst sein. Als Wichtigstes seien die Pyelonephritis und Glomerulonephritis genannt. Die Klinik ist bestimmt von der auslösenden Erkrankung und dem Ausmaß der Nierenfunktionseinschränkung. (28 S 195)

Als Therapie bei der finalen Urämie steht die Hämodialyse oder die Nierentransplantation zur Verfügung.

Voraussetzung für die Transplantation ist die irreversible Nierenschädigung, die nicht durch eine Systemerkrankung bedingt sein darf. Auch ein altersmäßiges Limit spielt eine Rolle.

Die Transplantatniere wird in der fossa iliaca retroperitoneal lokalisiert. Die Blutversorgung erfolgt in der Regel über eine End-zuEnd-Anastomose mit der A. Iliaca interna. (30)

2.10.3 Insuffizienz oder Versagen der Transplantatniere.

Obwohl die Nierentransplantation einen festen Platz in der Behandlung des irreversiblen Nierenversagens einzunehmen beginnt, ist sie noch mit einer Vielzahl von schweren Komplikationen behaftet, die in der frühen oder späten postoperativen Phase auftreten und zu Transplantatinsuffizienz oder -versagen führen können. Als wesentlich zu nennen sind dabei die Abstoßung, die ischämische Nierenschädigung (wahrscheinlich ein Konservierungsschaden), Nierenarterien- und Nierenvenenthrombose mit Total- oder Teilinfarkt, die Obstruktion der ableitenden Harnwege. (Voegeli u.a.; Sobbe u.a.)

Bei Funktionslosigkeit und Hypertonus ist aus therapeutischen Gründen eine rasche Diagnostik erforderlich. Hier liegt die Bedeutung der Leeraufnahme des Urogramms und vor allem der Angiografie.

2.11 Hämaturie und Proteinurie.

Hämaturie und Proteinurie gehören zu den häufigsten unspezifischen Symptomen verschiedenster Nierenerkrankungen. Die Hämaturie ist es auch, die die meisten Patienten zum Arzt führt, da sie oft die einzig bemerkte und eine erschreckende Veränderung ist. Sie kann auch tatsächlich ein alarmierendes Symptom sein, da der Hämaturie, besonders der schmerzlosen, schwere Erkrankungen

zugrunde liegen können. Hämaturie und Proteinurie sollten daher auch für den Arzt Anlaß sein, eine exakte Anamnese zu erheben, eine gründliche körperliche Untersuchung durchzuführen und eingehende Blut-, Urin- und Röntgenuntersuchungen zu unternehmen, an deren Ende die Angiographie steht.

3. Wesentliche röntgenologische und nuklearmedizinische Untersuchungen der Nieren und ihre Leistungen.

Vom diagnostischen Standpunkt aus betrachtet nimmt die Niere wegen der Vielfalt ihrer Untersuchungsmöglichkeiten eine Sonderstellung ein. Es gibt kaum ein Organ, dessen Funktion, Anatomie und pathologische Veränderungen am Menschen so genau festgestellt werden können wie an der Niere. Den röntgenologischen Untersuchungsmethoden kommt dabei eine besondere Bedeutung zu. Sie sind für den größten Teil aller Nierenerkrankungen unentbehrlich. (21)

3.1 Abdomen Leeraufnahme oder Übersichtsaufnahme

Durch die Übersichtsaufnahme werden die Regionen der Nieren und Harnwege einschließlich der Blase ohne Verwendung von Kontrastmittel abgebildet. Natürlich werden dabei sämtliche, im Strahlengang befindliche Körperteile erfasst.

Die Untersuchung erfolgt in Rückenlage. Der Strahlengang richtet sich in der Regel senkrecht auf den Untersuchungstisch.

Bei allen Erkrankungen der Niere sollte die Leeraufnahme anderen Röntgenuntersuchungen vorangehen, zumal sie vor Kontrastmitteluntersuchungen den Erfolg der vorbereitenden Darmentleerung aufzeigen muß.

Die einzige relative Kontraindikation stellt die Schwangerschaft dar.

Mit Hilfe der Leeraufnahme kann man Lage, Form und Größe der Niere bewerten und schattengebende Konkremente nachweisen. (37 S 79)

Tomographie und Zonographie

Das Tomogramm ermöglicht eine weitgehend überlagerungsfreie Darstellung mehr oder weniger dicker Körperschichten. Dickschichtige Tomogramme werden Zonogramme genannt.

Zur Tomographie ist eine spezielle Röntgeneinrichtung erforderlich, die an den normalen Röntgentisch montiert werden kann. Die Schichtdicke wird durch den sogenannten Pendelwinkel der Röntgenröhre festgelegt. Bestimmend für den Erfolg der Untersuchung sind gute Zentrierung des aufzunehmenden Organs und richtige Wahl der Körperschicht.

Die Tomographie ermöglicht eine überlagerungsfreie Darstellung der Nieren. Auch bei schlechter Darmentleerung ist die Niere gut abgrenzbar. Sie kann als unterstützende Maßnahme beim Urogramm durch ausreichenden nephrographischen Effekt auch Zonen verminderten Kontrastanreicherung im Nierenparenchym erkennen helfen. (37 S 79)

Retrograde Pyelographie.

Die retrograde Pyelographie ist eine Kontrastmitteluntersuchung bei der via Ureterenkatheter die abführenden Harnwege von den Kelchen bis zur Blase direkt mit Kontrastmittel gefüllt werden. Sie hat heute dank der wesentlich effizienteren Ausscheidungsurographie und besonders Infusionsurographie stark an Bedeutung verloren.

Der röntgendichte Ureterkatheter wird unter Durchleuchtenskontrolle bis zum Nierenbeckenausgang vorgeschoben. Abtropfen von Harn garantiert die Lage im ableitenden Harnsystem. Mit 5 bis 8 ml 20-30%igem Kontrastmittel wird das Nierenbeckenkelchsystem aufgefüllt. Die Serienaufnahme sollte in verschiedenen Projektionsebenen

durchgeführt werden. Bleibt der Katheter beim Einführen stecken, ist es ratsam, ihn etwas zurückzuziehen und mit einer geringen Menge Kontrastmittel wenigstens den distalen Teil darzustellen.

Da die Bildwirkung von der Leitungsfähigkeit der Niere unabhängig ist, kann auch die funktionslose Niere, bzw. ihr Kelchsystem, dargestellt oder eine Obstruktion diagnostiziert werden.

Die retrograde Urographie soll nur dann durchgeführt werden, wenn die Möglichkeit des Ausscheidungsurogramms und der Radioisotopen-Untersuchung ausgeschöpft ist. Als Kontraindikation gilt ein bakterieller Infekt ohne Beteiligung des Pyelons.

Der Vorteil der retrograden Pyelographie ist, daß unabhängig von der Nierenfunktion die ableitenden Harnwege schärfer und mit höherer Kontrastmittelkonzentration dargestellt werden. Der Nachweis von Konkrementen gelingt meist besser.
Bei der retrograden Pyelographie kann es zum Teil zu schwerwiegenden Komplikationen kommen:
Infektverschleppung in die Niere;
Perforation des Harnleiters bei Hindernissen oder Knikken;
Überfüllung des Nierenbeckens mit Kontrastmittel, was zu Schmerzen, Spasmus und pyelorenalem Rückfluß führt;
Parenchymschädigung durch Kontrastmittelinjektion bei zu weit vorgeschobenem Katheter;
Aufrollen eines weit im Nierenbecken liegenden Katheters beim Zurückziehen. (37 S 84-86)

3.4 Ausscheidungsurographie

Die Urographie nimmt in der urologischen Diagnostik eine zentrale Stellung ein. Die Kontrastmitteldarstellung der Harnorgane bei der Urographie erfolgt durch die Fähigkeit der Nieren, gut harnfähige, organische Jodsalzver-

bindungen in hoher Konzentration und kurzer Zeit auszuscheiden, und entspricht damit einer aktiven Leistung des Organs. Die Kontrastmittelausscheidung geschieht nur über glomeruläre Filtration. Entscheidend für die Bildqualität des Urogramms ist die Kontrastmittelkonzentration im Harn. Diese wiederum wird bestimmt durch die Menge des venös injizierten Kontrastmittels, durch das funktionsfähige Parenchym und durch die kontrastmittelbedingte Osmodiurese, die mit vorangehender Dehydratation gesenkt werden kann.

Beim Ausscheidungsurogramm wird dem liegenden Patienten 40 - 60 ml, 60-80%iges Kontrastmittel rasch intravenös injiziert und in der gleichen Einstellung wie bei der Übersichtsaufnahme nach 7 und 14 Minuten eine Aufnahme gemacht. Bei Abflußbehinderung sind je nach Ausmaß weitere spätere Aufnahmen erforderlich. Häufig empfiehlt sich noch eine Aufnahme im Stehen und eine Miktionsaufnahme. Zu dieser Standardmethode gibt es mehrere Variationen. (37 S 80, 5 S 5-9)

a) Beim Infusionsurogramm wird eine größere Menge Kontrastmittel in einem Zeitraum von 5 bis 10 Minuten infundiert. Danach folgen 4 bis 6 Aufnahmen innerhalb von einer Stunde. Der Vorteil dieser Methode liegt in dem längerdauernden Kontrastmittelangebot und in einer diuretisch bewirkten, besseren Entfaltung der Harnwege. Das Infusionsurogramm bewährt sich vor allem bei herabgesetzter Nierenfunktion. Selbst bei einem Serumkreatinin von 5 mg% und Reststickstoffwerten von 100 mg% gibt es noch ausreichend dichte Pyelogramme.

b) Beim Frühurogramm wird nach rascher Kontrastmittelgabe bereits nach 1, 2, 3, 4, 5 Minuten eine Aufnahme gemacht. Das soll der Erfassung einer Nierenarterienstenose dienen.

c) Beim Veratmungsurogramm wird nach ausreichender Kontrastanreicherung im Nierenbecken einmal bei tiefer Inspiration und einmal bei tiefer Expiration belichtet. Dadurch können Erkrankungen mit Nierenhüllenbeteiligung erkannt werden.

d) Beim Belastungsurogramm erfolgt vor der Kontrastmittelinjektion eine Infusion von Glukose und Mannit, um die osmotische Diurese zu steigern, zum Beispiel zur Diagnose latenter Abflußstörungen.

e) Wash-out Urographie bedeutet vermehrte Flüssigkeitszufuhr und Harnstoffdiurese nach Kontrastmittelinjektion. Dadurch wird die normal durchblutete Niere rasch das Kontrastmittel ausscheiden. Bei Nierenarterienstenose jedoch erfolgt eine verzögerte Ausscheidung. Diese Methode hat sich aber kaum bewährt.

f) Urogramm mit Kompression der Ureteren heißt, daß nach der 1. oder 2. Aufnahme eines einfachen Ausscheidungsurogramms von außen die Ureteren komprimiert werden um den Kontrastharn anzustauen und das Nierenbeckenkelchsystem prall anzufüllen. (37 S 80-84, 5 S 9-11)

Das Ausscheidungsurogramm sollte bei jeder Erkrankung der Harnorgane und bei Bluthochdruck durchgeführt werden, es sei denn der zu untersuchende Patient leidet an einer schweren Nieren- oder Leberfunktionsstörung. Hyperthyreose, allergische Reaktionslage und Schwangerschaft stellen eine relative Kontraindikation dar. Bei multiplem Myelom muß die Indikation genau gestellt und für ausreichende Flüssigkeitszufuhr gesorgt werden.

Das Urogramm vermag Formveränderungen des Nierenbekkens, Lageanomalien der Nieren, Lokalisation von Kalkschatten und Funktionseinschränkungen aufzuzeigen. Eine ätiologische Klärung der dargestellten Veränderungen ist häufig nicht möglich. Fehldiagnosen können durch Darmgasüberlagerung und Adipositas entstehen.

Die möglichen Komplikationen sind meist durch das Kontrastmittel bedingt. Selten kommt es zu Thrombosen, Thrombophlebitiden oder Paravasaten. (37 S 83-84)

3.5 Nuklearmedizinische Untersuchungen

Sie seien hier nur kurz erwähnt.
Radioisotopenuntersuchungen sind Indikatoruntersuchungen und verfolgen biologische Vorgänge mit Hilfe radioaktiv markierter Pharmaka. Mit nuklearmedizinischen Meßgeräten werden die, durch radioaktive Indikatoren aus dem Körper austretenden Strahlen, registriert. Die Messungen erfolgen im Szintigramm flächenhaft über die Körperoberfläche, um regionale Verteilung der Radioaktivität zu erkennen, im Isotopennephrogramm konsekutiv, um den Umsatz des Indikators im Körper an der zeitlichen Veränderung der Radioaktivitätskonzentration zu erfahren.

Nuklearmedizinische Untersuchungen können bei allen Erkrankungen im Harntrakt angewandt werden und bringen gute Informationen über die Nierenfunktion, selbst wenn diese nur noch spärlich ist. Radioisotopenuntersuchungen sind gefahrlos und auch bei Nierenversagen nicht kontraindiziert. Zu beachten ist jedoch die Strahlenbelastung, weshalb nuklearmedizinische Untersuchungen der Nieren nur bei älteren Patienten im nicht regenerationsfähigen Alter durchgeführt werden sollen. Bei jungen Patienten ist eine sehr strenge Indikationsstellung zu fordern.

Nuklearmedizinische Untersuchungen geben nur Auskunft über die Funktion, nicht über die Morphologie (37 S. 122 ff).

4. Angiographische Nierenuntersuchungen.

4.1 Gefäßanatomie der Nieren als wichtige Voraussetzung zur Renovasographie.

Aufgrund ihres anatomischen und funktionellen Aufbaues sind die Nieren einer angiographischen Darstellung in idealer Weise zugänglich. Sie sind außerordentlich gefäßreich und weisen die mit Abstand größte Absolutdurchblutung aller menschlichen Organe auf. (14) Deshalb sei hier kurz das Gefäßsystem der Nieren aufgezeigt.

Die Nieren werden in etwa 75 % von nur einer Arterie versorgt, in den restlichen Fällen von zwei oder mehreren. Häufig bestehen selbständige Polgefäße.
Die Arteriae renales entspringen etwa in Höhe des 1. und 2. Lendenwirbelkörpers aus der Aorta. Meist im distalen Drittel teilt sich die Nierenhauptarterie in einen dorsalen und einen ventralen Hauptast. Die Arteriae renales und ihre Hauptäste sind Gefäße erster Ordnung. Gefäße zweiter Ordnung sind die Segment- und Subsegmentarterien, die aus den Hauptästen entstehen. Die Gefäße zweiter Ordnung teilen sich noch ehe sie in das Nierenparenchym eintreten in die Gefäße dritter Ordnung, die auch Arteriae interlobares genannt werden. Sie steigen dann zwischen den Nierenpyramiden in den columnae renales auf, ohne Parenchymäste abzugeben. In Höhe der Rindenmarkgrenze entstehen aus den Interlobararterien die Arteriae arcuatae oder Gefäße vierter Ordnung, die bogenförmig über der konvexen Basis der Pyramiden verlaufen. Auch diese bilden, wie alle bisher erwähnten Arterien der Niere keine Anastomosen, sind also Endarterien. Von den arteriae arcuatae gehen die Gefäße fünfter Ordnung oder Arteriae interlobulares ab, die senkrecht in die Rinde einstrahlen. Aus ihnen entspringen die Vasa afferentia, die in die Glomerula eintreten und als Vasa efferentia wieder austreten. Die Vasa efferentia gehen in das Capil-

larnetz der Rinde und des Markes über. Der venöse Abfluß erfolgt in ähnlicher Weise. Wie aus dem Gefäßaufbau ersichtlich wird, ist die Rinde weitaus stärker durchblutet als das Mark. (37 S 163-165, 5 S 64-70, 28 S 15-16)

4.2 Technik und Durchführung

Die Vorbereitung des Patienten zur Angiographie besteht in einer gründlichen Entleerung des Magen- Darm- Traktes, da sonst die retroperitoneal gelegenen Harnorgane zu stark von den Verdauungsorganen überlagert sind, was die Beurteilung erschwert oder unmöglich macht. (37 S 78)

Wie schon aus der Einleitung zu entnehmen ist, gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten, um eine Angiographie der Nieren durchzuführen, die lumbale Arteriographie und die perkutane, transfemorale Angiographie nach Seldinger. Heute findet, von wenigen Ausnahmen abgesehen, nur noch letztere in weiter entwickelten Variationen Anwendung. Im Folgenden seien beide Techniken und auch noch die intravenöse Angiographie beschrieben.

4.2.1 Translumbale Aortographie

Der Patient wird in Bauchlage, möglichst voll narkotisiert, subdiaphragmal punktiert. Die Aortenpunktion erfolgt mittels einer Kanüle mit scharf eingeschliffenem Mandrin. Die richtige Lage im Aortenlumen wird nach Entfernung des Mandrins durch pulsrhythmische Blutung gesichert. Die Lokalisation in der richtigen Höhe ist in Durchleuchtungskontrolle mit einer Kontrastmittelprobeinjektion nachzuweisen. Zur ausreichenden Darstellung beider Nieren bedarf es 25 bis 30 ml eines hochkonzentrierten Kontrastmittels. Danach erfolgt die Röntgenaufnahmenserie. (5 S 20)

4.2.2 Perkutane transfemorale Arteriographie nach Seldinger

Sie ist die Grundlage für die Aortographie, die selektive Angiographie, die semiselektive Angiographie nach Hettler und für die Pharmacoangiographie. Die Untersuchung erfolgt in Rückenlage. Sie kann in Lokalanästhesie mit vorangehender Prämedikation durchgeführt werden. Vollnarkose ist nach W. HEINRICH nur angezeigt bei akuten Psychosen, sehr ängstlichen Patienten, bei nicht kooperativen Kindern und bei Allergie gegen Lokalanästhetika. (13)

Als Instrumentarium dienen nach wie vor: Punktionsnadel 6 - 8 cm lang mit eingeschliffenem Mandrin, Führungsdraht mit flexibler Spitze und Katheter. Letztere sind jedoch im Unterschied zu Seldingers Katheter heute röntgendicht. Verschiedene Materialien stehen für Katheter zur Verfügung. Die wohl häufigsten und auch in unserer Untersuchung angewandten sind die Kifa-Katheter nach ÖDMAN, die nach Bedarf in vier unterschiedlichen Durchmessern Verwendung finden. Die Katheterspitze kann konisch ausgezogen und je nach Angiographie verschieden präpariert werden. Für die Aortographie werden Seitenlöcher in die Spitze gestanzt. Für die selektive Angiographie wird die Spitze bei 75°C Wassertemperatur winklig zurechtgebogen.

Die Punktion erfolgt wie in der Einleitung ausführlich erläutert. Dann wird der Katheter mit Führungsdraht unter Durchleuchtungskontrolle bis in die Aorta vorgeschoben, in Höhe der Zwischenwirbelraumes LWK 1 und LWK 2 positioniert und der Führungsdraht zurückgezogen. Über den Konnektor ist der Katheter mit physiologischer Kochsalzlösung zu spülen. Die Kontrastmittelinjektion erfolgt bei Etagenaortographie meist maschinell, bei selektiver Renovasographie besser von Hand. Um eine ausreichende Kontrastmittelanreicherung in den Gefäßen zu erhalten, muß die Injektionsgeschwindigkeit bei Etagenaortographie 15 - 20 ml/sec. erreichen.

Mit Hilfe eines Serienaufnahmesystems können sämtliche Phasen der Kontrastmitteldurchströmung durch die Niere erfaßt werden. In der arteriellen Phase genügen in der Regel 2 Bilder pro Sekunde, d.h. 6 bis 8 Bilder. Anschließend bedarf es nur noch eines Bildes/sec. über 3 - 7 sec. Dauer. Nach Beendigung der Untersuchung muß proximal der Punktionsstelle zunächst manuell komprimiert werden. Anschließend ist ein Kompressionsverband anzulegen und auf 24 Stunden strenge Bettruhe zu achten. (3, 10, 24, 37 S 93-94)

a) Transfemorale Aortographie, Etagenaortographie.
Zur transfemoralen Aortographie verwendet man großlumige Katheter mit 4-6 Seitenlöchern. Um Kontrastmittelentweichungen durch die Spitze zu vermeiden, wodurch es zu Überlagerung der Nierengefäße durch andere Gefäße käme, wird die Katheterspitze meist verschlossen. Dies erfolgt durch eine Olive, die mit einem Draht vorgeschoben wird. (5 S 16)

b) Selektive Angiographie.
Die selektive Angiographie kann durch Katheterwechsel an die Aortographie angeschlossen werden. Verwendung findet ein englumiger und vorgekrümmter Katheter. Er wird durch den Führungsdraht gestreckt und bis zum ersten Lendenwirbelkörper vorgeschoben. Durch das Zurücknehmen des Führungsdrahtes erhält der Katheter seine Krümmung wieder und hakt entweder sofort oder beim Zurückziehen des Katheters in die Nierenarterie ein. Der Katheter darf dabei nicht mehr als 1-2 cm in das Arterienlumen vorragen. Dies, oft sehr schwierige Unternehmen, muß unter Durchleuchtungskontrolle vorgenommen werden. (5 S 17, 37 S 94)

c) Semiselektive Angiographie nach HETTLER.
Sie stellt eine Variante dar mit endverschlossenem Katheter und mehreren Seitenöffnungen. (14) Die semiselektive Angiographie findet jedoch selten Verwendung. Bei uns wurde sie in keinem der Fälle durchgeführt.

d) Pharmacoangiographie.

Die Pharmacoradiographie wird an eine selektive Angiographie angeschlossen und soll der Tumordiagnostik dienen. Die Methode beruht auf den fehlenden kontraktilen Elementen in den typischen Tumorgefäßwänden, denen daher die Fähigkeit fehlt auf adrenerge Substanzen zu reagieren. Zunächst werden 6-20 µg Adrenalin injiziert, 20-30 sec. später 5-10 ml Kontrastmittel. Die adrenerge Substanz bewirkt eine Kontraktion der Gefäße mit Ausnahme der Tumorgefäße für etwa 1/2-1 Minute. (1, 6, 14)

4.2.4 Intravenöse Aortographie.

Die intravenöse Aortographie sei nur am Rande erwähnt, da sie so gut wie keine Bedeutung hat. Trotz hoher Dosen hochkonzentrierten Kontrastmittels kommt es nicht zu einer ausreichenden Kontrastmittelanreicherung. (37 S 91)

4.3 Kontrastmittel.

Wie bereits einleitend erwähnt, werden heute die wasserlöslichen, organischen Trijodverbindungen, die ausgezeichnet nierengängig sind, als Kontrastmittel verwendet. Es handelt sich dabei um verschiedenartige Salze der Trijodbenzoesäure und zwar um Natrium- und/oder Methylglucaminsalze. Das von uns verwendete Kontrastmittel ist das reine Methylglucaminsalz der Trijodbenzoesäure, das Angiografin, in einer Konzentration von 65 %. Die zu verwendende Menge variiert stark nach Patient und Untersuchung und kann Höchstwerte bis zu 5 ml/kg Körpergewicht erreichen.

Wie bereits bei der Urographie beschrieben, werden die organischen Trijodverbindungen nur glomerulär filtriert. Dies führt auch in der Angiographie zur parenchymatösen oder nephrographischen Phase, auch nephrographischer Effekt genannt. Im Unterschied zum Ausscheidungsurogramm,

bei dem Kontrastmittel quantitativ ausgeschieden wird und damit das venöse Blut nahezu frei von Kontrastmittel ist, kommt es bei der Renovasographie, infolge höherer Kontrastmittelkonzentrationen im arteriellen Blut, nicht nur zu einer intensiveren Parenchymphase, sondern auch meist noch zu einem Venogramm, allerdings wesentlich später und schwächer. Der nephrographische Effekt bei der Renovasographie entsteht durch die Summation aller kontrastgebenden Strukturen.

Die frühe Phase der Parenchymanfärbung kommt vor allem durch die Kontrastfüllung der kapillären Gefäße zustande, später ist für die Anfärbung vorwiegend das Kontrastmittel in den Tubuli verantwortlich. Durch die stärkere Durchblutung der Rinde stellt sich diese hauptsächlich in der frühen Parenchymphase deutlich kontrastreicher dar und grenzt sich gut gegen das Mark ab. Dieser Unterschied verliert später an Deutlichkeit.

Das injizierte Kontrastmittel ist bei normaler Nierenfunktion binnen 24 Stunden vollständig ausgeschieden und zwar zu 90 bis 95 % von der Niere. Die restliche Ausscheidung erfolgt extrarenal per Diffusion durch Leber, Magen-Darmtrakt mit Ausnahme des Colons, Schweiß- und Tränendrüsen. Dies ist der Grund, weshalb selbst bei stark eingeschränkter Nierenfunktion, weder eine Verschlechterung für die Niere, noch eine Schädigung anderer Organe zustande kommt. So können innerhalb von 3 Tagen bis zu 50 % des injizierten Kontrastmittels ausgeschieden werden. Außerdem ist Kontrastmittel dialysierbar. (5 S 41, 37 S 191-196)

4.4 Indikation zur Angiographie

a) Indikation allgemein

In Folge der Beherrschung der anatomischen Grobstruktur der Niere durch die Gefäßarchitektonik bietet sich die Angiographie als eine direkte morphologische Untersu-

chungsmethode geradezu zwingend an. Lokale Parenchymveränderungen auf dem Boden eines intrarenalen Gefäßprozesses sind nur der angiographischen Diagnostik zugänglich. Die hohe diagnostische Aussagekraft und die niedrige Komplikationsrate in der Hand des Geübten erlauben eine großzügige Indikation. Dennoch sollte eine Renovasographie nur durchgeführt werden, wenn auf Grund der Klinik und vorangegangener Untersuchungen pathologische Veränderungen an der Niere zu erwarten sind, die bisher nicht eindeutig geklärt werden konnten. Eine besondere Bedeutung kommt der Frühdiagnostik bösartiger Prozesse zu, die im Ausscheidungsurogramm oft nur geringe oder gar keine Veränderungen zeigen.
Wehling; (19, 14, 38)

b) Indikation speziell

Die hohe translumbale Aortographie ist nur indiziert, wenn die Katheterangiographie aufgrund von Verschlüssen oder degenerativen Veränderungen der Gefäße nicht durchführbar ist. (37 S 95-96)

Die Aortographie und selektive Angiographie sind die Methoden der Wahl. Die Aortographie ergibt einen Überblick, was vor allem bei multipler Gefäßversorgung erforderlich ist. Die selektive Angiographie hingegen ermöglicht die detaillierte und exakte Beschreibung eines Befundes. (37 S 95-96)

Die intravenöse Angiographie findet fast nur bei Kleinkindern Anwendung. (37 S 91)

4.5 Kontraindikationen der Angiographie

Die absolute Kontraindikation stellen schwere Gerinnungsstörungen jeder Art dar. Einer besonders eingehenden Überlegung bei der Indikationsstellung bedarf es bei stark reduziertem Allgemeinzustand, hohem Alter, schwerer Kontrastmittelallergie und sonstiger limitierender Faktoren. Schließlich muß die Untersuchung eine therapeutische Konsequenz haben. (19)

4.6 Leistungen und Grenzen der Angiographie.

a) Leistungen und Grenzen allgemein.

Die Angiographie läßt, wie bereits erwähnt, vier Phasen voneinander abgrenzen, die arterielle, die nephrographische, die venöse und die pyelographische Phase. Die beiden letzteren stellen sich oft schlecht oder gar nicht dar und haben diagnostisch wenig Bedeutung. Die arterielle Phase ermöglicht Anomalien, Erkrankungen und Unterbrechungen der Nierenarterien selbst zu erkennen, und auf pathologische Veränderungen der Niere aus der abnormen Lage und Gestalt der versorgenden Gefäßverzweigung zu schließen. In der Parenchymphase sind das Nierenparenchym selbst und evtl. Veränderungen in ihm sichtbar zu machen. Aus dem Ausmaß der Nierendurchblutung lassen sich auch noch Rückschlüsse auf die Funktionsfähigkeit des Organs ziehen. (19, 15, 5 S 20-22)

Das Gefäßsystem der Niere ist angiographisch bis zu den Arteriae arcuatae darstellbar und beurteilbar. Unter günstigen Aufnahmebedingungen und bei Verwendung der selektiven Arteriographie sind auch die Gefäße fünfter Ordnung zu erkennen, aber nicht zu beurteilen. (37 S 96-97)

b) Leistungen und Grenzen speziell

Die transfemorale Aortographie einleitend durchzuführen ist oft ratsam, da sie die Lage der Hauptarterien und möglicher akzessorischer Gefäße aufzeigt, einen evtl. vorhandenen Kollateralkreislauf nachweist und manchmal eine Diagnostik der Nebennieren ermöglicht.

Nach selektiver Angiographie auftretende funktionelle Spasmen der Nierenarterien können mit Hilfe der Aortographie als solche erkannt und gegen die organische Stenose abgegrenzt werden. (3)

Beschränkt ist der diagnostische Wert der Angiographie durch eine Überlagerung von anderen kontrastgefüllten Gefäßen, was auf Grund der nahen Nachbarschaft bisweilen unvermeidlich ist.

Die selektive Angiographie ermöglicht eine optimale Gefäß- und Parenchymdarstellung ohne Störung durch andere Gefäße. Bei arterieller Doppelt- und Mehrfachversorgung der Nieren kommt es jedoch zu einer unvollständigen Abbildung, was zu Fehldiagnosen Anlaß geben kann.

Bei der Pharmacoangiographie erreicht man eine intensive Auffüllung der Tumorgefäße allerdings nur, wenn diese hilusnah, das heißt vor einem kontrahierten Gefäßabschnitt entspringen. Die gefäßarmen oder gar gefäßlosen Tumoren zeigen in der Pharmacoradiographie keine stärkere Durchblutung als das übliche Nierenparenchym. Somit bringt die Pharmacoradiographie positive Ergebnisse bei großen, gefäßreichen, hilusnahen Tumoren, deren Diagnose aber auch im normalen Angiogramm unbestritten ist und keine Schwierigkeiten bereitet. (37 S 97)

4.7 Komplikationen der Angiographie

Komplikationen sind instrumentell oder durch das Kontrastmittel bedingt oder durch beides zusammen. Kontrastmittelzwischenfälle passieren seltener als intrumentelle Läsionen. (15)

4.7.1 Instrumentell bedingte Zwischenfälle

a) Hämatome an der Punktionsstelle sind häufig bei Arteriosklerose, Gerinnungsstörung, Hypertonus und bei unzureichender Kompression. Die Hämatome können je nach Ausmaß die Beindurchblutung erheblich beeinträchtigen. Bei pulsierenden, großen oder infizierten Hämatomen ist eine baldige chirurgische Versorgung erforderlich. Um die Gefahr einer Hämatombildung zu mindern, muß vor der Angiographie auf eine gute Hochdruckeinstellung und einen möglichst normalen Gerinnungsstatus, nach der Angiographie auf eine sorgfältige Kompression geachtet werden.

b) Thrombosen und Embolien sind eine häufige und ernsthafte Komplikation. Sie entstehen durch Intimalläsion oder durch Thrombenbildung im Katheter. Letzteres geschieht vor allem bei einem endverschlossenen Katheter. Koagelbildung im Katheter kann durch ständiges Spülen mit physiologischem Kochsalz vermieden werden. Folgen von Thrombosen und Embolien können mehr oder weniger ausgeprägte Durchblutungsstörungen, Infarkte und im Extremfall die Totalnekrose der Niere sein. Als Therapie ist Arteriektomie, Prothesenzwischenschaltung oder im Fall der Totalnekrose eine Nephrektomie notwendig. Durchblutungsstörungen im punktierten Bein müssen klinisch nicht immer auffallen. Deshalb ist es wichtig vor und nach der Angiographie einen genauen Pulsstatus der betroffenen Extremitäten zu erheben. Bei Ischämiezeichen oder fehlenden Pulsen muß rechtzeitig die Ursache eruiert werden.

c) Die Gefahr einer arteriovenösen Fistel besteht wenn versehentlich unmittelbar vor der Punktion der Femoralarterie die Vena femoralis angestochen wurde. Ist die Femoralvene getroffen, muß man diese vor einem erneuten Punktionsversuch ausreichend komprimieren.

d) Zu einer Aneurysmabildung kann es kommen bei punktionsbedingtem intramuralem Vorschieben des Katheters oder bei Gefäßläsionen unklarer oder sklerotischer Ursache mit intramuraler Kontrastmitteleinspritzung. Im Extremfall führt die Kontrastmitteleinspritzung wie HOLZHEY berichtet, zu einem Totalverschluß der Nierenhauptarterie. Ist die chirurgische Revision nicht erfolgreich, so kann dies den Verlust der Niere bedeuten. Wichtig zur Aneurysmavermeidung ist ein leichtes widerstandsloses Einführen des Katheters. Eine atypische paravasale Katheterlage ist gekennzeichnet durch fehlenden Rückstrom von Blut aus dem Katheter.

e) Arteriosklerosebedingte Plaqueloslösung oder Perforation kann zu Blutungen und Verschlüssen führen.

f) Durch Einspritzen einer zu großen Kontrastmitteldosis, so etwa bei der falschen Punktion einer kleinen

zusätzlichen Arterie statt der Nierenhauptarterie, können Gefäßspasmen, Permiabilitätsstörungen im Kapillargebiet und Hypoxämie des durchströmten Gebietes resultieren. Dies führt zum Teil zu irreparablen Störungen im betroffenen Organ. Vorbeugend sollte deshalb immer zuerst eine Probeinjektion durchgeführt werden.

g) Querschnittslähmungen entstehen möglicherweise wenn das Kontrastmittel in die Lumbalarterie L1 injiziert wurde und dadurch ein spinalis-anterior-Syndrom provoziert wird. Meist aber ist die Genese unklar. (3, 14, 15, 9, 34, 5 S 12-22, 10)

4.7.2 Kontrastmittelzwischenfälle

Bei Kontrastmittelzwischenfällen handelt es sich wahrscheinlich um toxisch-allergische Reaktionen.

a) Leichte Allgemeinreaktionen bestehen in Haut- und Schleimreizungen und verursachen Urticaria, flüchtige Übelkeit mit Brechreiz, Niesen, Hustenreiz, Hitzegefühl und leichten Blutdruckabfall. Nach DEUTICKE kommt es zu diesen Reaktionen in etwa 5 - 7 % aller Kontrastmitteluntersuchungen.

b) Schwere cardiovaskuläre Reaktionen mit Blutdruckabfall, Tachycardie, Atemnot und Präcordialangst können letal sein.

c) Seitens der Atemorgane treten Tachypnoe, Dyspnoe, asthmoide Anfälle, Glottis- und selten Lungenödem auf.

d) Als zentralnervöse Reaktion sind tonisch-klonische- und tetaniforme Anfälle möglich.

e) Bei Hyperthyreotikern ist Vorsicht geboten, da das Jod des Kontrastmittels in den Jodstoffwechsel der Schilddrüse eingreift.

Bei Kontrastmittelzwischenfällen spielen auch Alter, Allgemeinzustand und Konstitution eine Rolle. Wichtig ist, daß überall, wo Kontrastmittel injiziert wird, Medikamente, Instrumente und ein erfahrener Arzt zur Stelle sind, damit Zwichenfälle sofort gezielt behandelt

werden können. Die Kontrastmitteldosis darf bei einer Konzentration von 60 % 5 ml/kg Körpergewicht nicht übersteigen, da größere Mengen nephrotoxisch sind. (5 S 41-43)

4.7.3 Statistiken über Zwischenfälle bei Angiographien.

Statistiken über die Häufigkeit von schweren und letalen Zwischenfällen bei der Angiographie ergeben sehr unterschiedliche Werte.

Komplikationen von signifikanter Morbitität oder notwendigen operativen Eingriffen werden angegeben mit 0,3 % (5), 0,5 % (3), 0,6 % (2).

Exitus wird angegeben mit 0,03 % bis 0,06 % (5) und bei 10.000 Fällen kein Todesfall (3). In der Medizinischen Klinik Innenstadt der Universität München war bei 5.800 Angiographien kein Todesfall.

5. Indikation zur Renovasographie, angiographisches Bild der Nierenerkrankungen und angiographische Differentialdiagnose

5.1 Expansive Prozesse: Tumoren und Metastasen, Cysten.

5.1.1 Tumor und Metastasen

Indikation:
In der Diagnostik raumfordernder Prozeße nimmt die Renovasographie eine Schlüsselstellung ein, wenngleich die Diagnose durch die klassischen Röntgenuntersuchungen wie Leeraufnahme, Ausscheidungsurogramm, Tomogramm und auch durch die Nuklearmedizinischen Untersuchungen vermutet werden kann, so ist die Angiographie doch für den sicheren, direkten Nachweis und die weitere Differenzierung unentbehrlich. Sie ermöglicht Aussagen über: Vaskularität des Tumors, Verhalten des Tumors zu seiner Kapsel, Infiltrationen in das umgebende Parenchym, Durchbruch durch die Nierenhüllen, Einbruch ins Venensystem, Verdrängung von Nachbarorganen, Befall beider Nieren. So ist die Abklärung expansiver Prozesse neben der Hochdruckdiagnostik der Hauptgrund für die Durchführung einer Renovasographie. Meist empfiehlt sich dazu die selektive Methode, bei arterieller Mehrfachversorgung aber auch die Aortographie. Geben Klinik oder Röntgenuntersuchungen Anlaß für einen Verdacht auf expansiven Prozeß so ist die Renovasographie immer erforderlich. (31)
. Im folgenden seien die Aufgabe der Angiographie noch spezieller ausgeführt.
a) Differenzierung eines urographisch raumfordernden Prozesses mit und ohne Hämaturie;
b) Abklärung einer Hämaturie unbekannter Ursache, hinter der sich nicht selten ein Tumor verbirgt.

c) Abklärung auch der Niere auf der Suche nach einem Primärtumor.
d) Bei Operationsvorbereitung Auskunft über die Situation der befallenen Niere und über den Zustand der nicht betroffenen Niere. (14)
Angiographisches Bild:
Bei hypervaskularisierten Tumoren, die sowohl maligne, als auch in seltenen Fällen benigne sein können, sind folgende angiographische Kriterien sicher oder möglicherweise anzutreffen.
a) Kaliberzunahme der zuführenden Nierenarterie;
b) evtl. zusätzliche arterielle Versorgung über Kapsel- und Lumbalarterien;
c) Gefäßreichtum von atypischen Gefäßen, sogenannten Tumorgefäßen, mit gestrecktem oder bogigem, oft korkenzieherartigem Verlauf und abrupter Richtungsänderung, Gefäßabbrüche, Kaliberschwankungen, in der Regel besser in der Peripherie als im Zentrum des Tumors dargestellt;
d) Sackartig erweiterte Gefäße, sogenannte Blutseen, in denen es in Folge von Strömungsverlangsamung zu Kontrastmittelpooling kommt;
e) Vorzeitige Übertritte von Kontrastmittel über arteriovenöse Kurzschlüsse in die Venen, die sich teilweise dann schon in der arteriellen Phase darstellen, daraus folgend erweiterte Venen, beschleunigte Tumordurchblutung;
f) Unregelmäßige, unscharfe Randbegrenzung gegenüber dem Parenchym, wechselnde Dicke der Tumorkapsel;
g) Verlagerung der Aorta oder der Nierenarterie oder deren Äste;
h) Einbruch in die Nierenvene oder ihre Äste mit verzögertem Abfluß über Kollateralgefäße, oder Einbruch in die untere Hohlvene;
i) In der Parenchymphase: Beurteilung der gesamten Nierengröße und Gestalt, möglicherweise vermehrte Schattendichte, evtl. unregelmäßiges fleckiges Aussehen. Bisweilen kommen pathologische Gefäße zur Darstellung, die

während der arteriellen Phase noch nicht sichtbar waren. (14, 16, 32, 37 S 421-443)

Bei gefäßarmen Tumoren gelten die oben angeführten Kriterien in abgeschwächtem Maße. Die sogenannten Tumorgefäße, Seen und arterio-venösen Kurzschlüsse sind spärlich ausgebildet oder fehlen ganz. Bei regressiven Veränderungen finden sich Tumorgefäße in der Peripherie. (27, 40, 32)

Bei Tumoren des Nierenbeckenkelchsystems sind die angiographischen Zeichen diskreter, da sie meist gefäßarm sind. Je nach Größe des Tumors findet man entweder gar keine Veränderungen oder aber:

a) in geringem Ausmaß kaliberengere, zarte, unregelmäßige, oft gestreckt verlaufende Gefäße, selten Gefäßabbrüche;

b) arteriovenöse Shunts und Blutseen fehlen meist;

c) Verminderter Blutbedarf des Tumors gegenüber dem normalen Nierenparenchym mit kaliberengeren zuführenden Gefäßen;

d) Meist relativ scharfe Abgrenzung;

e) Selten typisches Tumorgefäßbild;

f) In der Parenchymphase grenzt sich der Tumor zart von der Umgebung ab. (38)

Die angiographische Erscheinungsform der Metastasen variiert wie die der Tumoren und ist bestimmt durch die Histomorphologie des Primärtumors. Die Defekte sind häufig multipel und in beiden Nieren. (5 S 651)

Differentialdiagnose:

Zu den Faktoren, die die Diagnose eines Nierentumors erschweren, gehören außer primärer Gefäßarmut das Vorhandensein regressiver Veränderungen, wie Nekrosen, Blutungen und cystische Degenerationen. Das führt zunächst zu Verwechslungsmöglichkeiten zwischen Tumor und Cyste. Hilfreich kann hier die Untersuchung des Randsaums sein, der beim Tumor in der Regel unscharf, unregelmäßig, polyzyklisch und dicker ist. Die Kontrastanfärbung des Tumors in der parenchymtösen Phase ist im

Vergleich zur Cyste inhomogen. Abszesse führen bisweilen durch atypische Gefäße in den Randgebieten zu diagnostischen Schwierigkeiten. Diese Gefäße zeigen jedoch keine abrupten Richtungsänderungen wie Tumorgefäße. Hydronephrosen unterscheiden sich durch ihren in der Parenchymphase sichtbaren Randsaum und ihre Parenchymbrücken, die den komprimierten Columne renales entsprechen.

Auch Pyelonephritis, Tuberkulose, arterio-venöse Fistel und sogenannte Pseudotumoren, denen umschriebene hypertrophische Bezirke oder Regeneratknoten zugrunde liegen, können bisweilen angiographisch nicht eindeutig geklärt werden, sondern nur im Zusammenhang mit Klinik und anderen Röntgenuntersuchungen.

Eine sichere Unterscheidung zwischen malignem und benignem Tumor ist oft nicht möglich. Die pathologischen Gefäße - im allgemeinen ein eindeutiges Zeichen der Malignität - können auch bei gutartigen Geschwülsten auftreten. Häufig haben benigne Tumoren eine scharfe Begrenzung, spärliche Gefäßversorgung und eine langsame Blutzirkulation.

Nierenbeckentumoren stellen ebenfalls bisweilen diagnostische Probleme. Die tumorinfiltrierenden Bezirke grenzen sich relativ scharf, oft segmentär vom normal durchbluteten Nierenparenchym ab und können mit chronisch entzündlichen Veränderungen bei Nierentuberkulose Ähnlichkeit haben. Während letztere mit einer Volumenabnahme des Parenchyms einhergehen, ist dies bei den infiltrierenden, carzinomatösen Veränderungen nicht der Fall. Da sich angiographisch manchmal nur die Aussage hyper-, hypo- oder avaskularisiert machen läßt, nicht jedoch zwischen Tumor oder Cyste, zwischen Malignität oder Benignität zu unterscheiden ist, geht die Forderung dahin, jeden unklaren solitär raumfordernden Prozeß freizulegen und gegebenenfalls durch Schnellschnitt histologisch zu klären, sofern Ultraschall und Computertomogramm keine Differenzierung erlauben. (11, 16, 17, 19, 32, 19, 40, 27)

5.1.2 Cyste

Indikation:
Bei der Indikationsstellung möchte ich auf die bei der Tumordiagnostik angeführten Kriterien verweisen.
Angiographisches Bild:
Cysten lassen sich renovasographisch ab einer Größe von 2 cm, allerdings abhängig von der Lokalisation, nachweisen. Im allgemeinen sind sie gefäßlos, zeigen Verdrängungserscheinungen und bogige Verlagerungen mit typischen gespannten Gefäßverläufen. In der nephrographischen Phase fällt eine glatt begrenzte Aussparung und eine Spornbildung des Parenchyms am Cystenrand auf. (14, 32)
Differentialdiagnose:
Die differentialdiagnostischen Schwierigkeiten wurden bereits beim Tumor besprochen.

5.2 Gefäßerkrankungen der Nieren und Störungen der renalen Durchblutung.

5.2.1 Arteriosklerose

Indikation:
Gefährdet die Arteriosklerose die ausreichende Durchblutung der Niere, so ist es die Aufgabe der Renovasographie die Operationsnötigkeit und Operationsmöglichkeit zu bestimmen.
Angiographisches Bild:
Die Arteriosklerose bedingt lumeneinengende Gefäßveränderungen an Prädilektionsstellen, eventuell mit poststenotischer Dilatation verschiedener Länge, und in der nephrographischen Phase verminderte Parenchymanfärbung in Ausdehnung und Intensität abhängig vom betroffenen Gefäß.

Differentialdiagnose:
Differentialdiagnostisch stellt die Arteriosklerose aufgrund des Gesamtkörperbefalls keine Probleme. (37 S 293)

5.2.2 Fibromuskuläre Hyperplasie

Indikation:
Bei schnell progressiver Stenose, bei gefährdeter Blutversorgung für die Niere, bei stenotisch bedingtem Hypertonus und bei der Möglichkeit einer Aneurysmaruptur dient Renovasographie zur Diagnose, Lokalisation und als Operationsvorbereitung.
Angiographisches Bild:
Häufig gleichen die betroffenen Arterien einer Perlschnur, d. h. mehrere Stenosen verschiedenen Kalibers sind aneinander gereiht. Dazwischen liegen meist Aneurysmen, die weiter zu sein pflegen als der Stamm der Arterie proximal der erkrankten Region. Die fibromuskuläre Hyperplasie muß nicht immer in multifokaler Form auftreten. Es können auch einzelne Stenosen vorkommen, die zirkuläres oder röhrenförmiges Aussehen haben. Eine poststenotische Dilatation ist meist vorhanden.
Differentialdiagnose:
Aufgrund der Lokalisation und des Aussehens bereitet die röntgenologische Diagnose wenig Schwierigkeiten. Die Periarteriitis nodosa, die ebenfalls ein perlschnurartiges Bild zeigen kann, bietet keinen Anlaß zur Verwechslung, da die Veränderungen der Periarteriitis nodosa vorwiegend in der Peripherie liegen. (12, 37 S 298-299, 5 S 808)

5.2.3 Aneurysma

Indikation:
Bei klinischem Verdacht oder Verdacht durch Leeraufnahme bzw. Ausscheidungsurogramm ist die Angiographie indiziert, da die Gefahr einer Ruptur mit Folgen besteht.

Angiographisches Bild:
Es zeigt meist erbsen- bis bohnengroße, überwiegend am Abgang eines Astes gelegene, sackförmige Ausbuchtungen oder in seltenen Fällen spindelförmige Erweiterungen der Arterienwand. Das Aneurysma kann nicht zur Darstellung kommen, wenn die Aneurysmasäcke ausnahmsweise thrombosiert sind. Die Größe eines angiographisch nachgewiesenen Aneurysmas gibt keine exakte Auskunft über dessen wirkliche Größe. Renovasographisch kann nur der für das Kontrastmittel zugängige Teil dargestellt werden und nicht die eigentliche Wand des Aneurysmas, der wandständige schalige Thromben aufgelagert sein können. Manchmal ist das Gewebe distal des Aneurysmas schlecht durchblutet und das dazugehörige Parenchym entsprechend atrophisch. In großen Säcken kann das Kontrastmittel bis in die parenchymatöse Phase hinein liegen bleiben.
Differentialdiagnose:
Im angiographischen Bild ergeben sich keine Verwechslungsmöglichkeiten. (5 S 814-817)

5.2.4 Arteriovenöser Kurzschluß

Indikation:
Ist im Urogramm die Ausscheidung der gesamten Niere oder einer bestimmten Kelchgruppe vermindert oder fehlt sie, kann es sich um eine große arteriovenöse Fistel handeln.
Angiographisches Bild:
Nach Beendigung der Injektion stellt sich bei großen, zentralen arteriovenösen Fisteln bereits in der arteriellen Phase die Vena renalis und eventuell sogar die Vena cava dar. Auch bei kleineren Fisteln zeigt sich der Venenzweig deutlich kontrastgefüllt und erweitert. Kleine Kurzschlüsse bilden eine strich- oder fleckförmige Kontrastansammlung, von der aus wiederum die erweiterte Vene bereits gefüllt ist. Je nach Größe der Shuntrate sind die zuführenden arteriellen, besonders aber die abführenden venösen Gefäße beträchtlich erwei-

tert, bisweilen ist die Durchflußrate erhöht. Das distal der Fistel gelegene Parenchym kann atrophisch verändert sein.
Differentialdiagnose:
Differentialdiagnostisch bringt der arteriovenöse Kurzschluß keine Schwierigkeiten. (5 S 817-821)

5.2.5 Embolie

Indikation:
Fehlt im Urogramm die Kontrastausscheidung der gesamten Niere oder einzelner Kelchgruppen und in der Radioisotopenuntersuchung die Anreicherung teilweise oder ganz, so kann man zusammen mit dem klinischen Bild mit großer Wahrscheinlichkeit eine Embolie annehmen, die dann angiographisch verifiziert und für die Embolektomie lokalisiert wird. Die Einschränkung der Kontrastausscheidung bei subtotalen Verschlüssen läßt sich in der Regel nur mit Hilfe der Renovasographie deuten. Mehrfache Einziehungen der Nierenoberfläche und Kelchverziehungen, die durch multiple kleine Infarkte bedingt sind, lassen im Ausscheidungsurogramm manchmal einen expansiven Prozeß vermuten, der nur mit der Renovasographie ausgeschlossen werden kann.
Angiographisches Bild:
Bei Embolien von Segment- und Subsegmentarterien sieht man einen abrupten Abbruch der Gefäßfüllung und fehlende Durchblutung im Aufzeigungsgebiet des Gefäßes. Verschlüsse kleinerer Gefäße sind oft nicht direkt nachzuweisen. Bei dem seltenen Verschluß der Nierenhauptarterie zeigt sich ein stummelförmiger Kontrastmittelschatten am Abgang aus der Aorta. Kommt es gelegentlich zu einem nicht vollkommenen Verschluß, so findet man einen wandständigen Füllungsdefekt, oft an der Teilungsstelle von Gefässen und distal vom Embolus eine hochgradige Verengung des betroffenen Gefäßes, offenbar spastisch bedingt. (5 S 798-803, 29)

Differentialdiagnose:
Klinik, Urogramm, Radioisotopenuntersuchungen und Angiographie zusammen lassen in der Regel den totalen und auch subtotalen Verschluß unschwer diagnostizieren.

5.2.6 Periarteriitis nodosa

Indikation:
Die Angiographie ist angezeigt:
a) bei negativem histologischem Ergebnis einer Muskelbiopsie oder dringendem klinischem Verdacht auf eine Periarteriitis nodosa;
b) bei pathologischen Nierenwerten und Nierenröntgenuntersuchungen, sowie klinischem Verdacht als Voraussetzung für eine Nierenbiopsie;
c) zur Therapie- und Verlaufskontrolle;
d) als Operationsvorbereitung bei drohender Aneurysmaruptur;
Angiographisches Bild:
Mikroaneurysmen an den Arterien mittleren und kleineren Kalibers mit Prädilektion der Bifurkationsstellen, Kaliberschwankungen, Verschlüsse und Gefäßeinengungen an den kleinen Gefäßen, sowie Rarefizierung der Gefäßperipherie sind angiographische Zeichen der Periarteriitis nodosa.
Differentialdiagnose:
Nur der Nachweis von Mikroaneurysmen ist für das Vorliegen der Periarteriitis nodosa beweisend. Aneurysmatische Aussackungen anderer Genese sind, wie bereits erwähnt, von denen der Periarteriitis nodosa durch Lokalisation, Zahl oder zusätzliche Veränderungen deutlich zu unterscheiden. Das Fehlen der Aneurysmen schließt die Periarteriitis nodosa nicht aus, da sie so klein sein können, daß ihr Beweis nur bioptisch erbracht werden kann. Absolut sicher ist die Diagnose nur durch die Biopsie zu stellen. (12)

2.7 Stenose

Indikation:

Im Folgenden seien Befunde des Ausscheidungsurogramms beschrieben, die Anlaß zum Verdacht auf Stenose geben und deshalb der weiteren Klärung durch die Angiographie bedürfen. Die von der Stenose betroffene Seite zeigt sich um 1 - 1,5 cm verkleinert bei meist normalem Nierenbeckenkelchsystem. Eine flaue, verzögerte Kontrastmittelausscheidung, die möglichst im Frühurogramm nachzuweisen ist, und ein verspäteter Abfluß mit erhöhter Kontrastdichte in der Spätphase, weist auf eine Stenose hin. Bei beidseitigen Stenosen verwischen sich diese urographischen Kriterien, die vorwiegend durch die Seitendifferenz auffallen, und sind oft nicht mehr als Stenosezeichen einzuordnen. Die Angiographie muß die Diagnose stellen, den Befund lokalisieren, in ihrem Ausmaß bestimmen und entscheiden, ob eine Operation entweder zur Organerhaltung oder zur Hochdrucksenkung erforderlich ist. Postoperativ gilt es Reststenosierungen angiographisch auszuschließen.

Angiographisches Bild:

Das angiographische Bild entspricht dem der ursächlichen Erkrankung und ist an anderer Stelle beschrieben. Bei einer langsam progredienten Stenose kann sich ein Kollateralkreislauf entwickeln, der sich angiographisch eindrucksvoll durch prall gefüllte, häufig geschlängelte, abnorme Gefäße zur Darstellung bringt. Durch einen Umgehungskreislauf kommt es gelegentlich trotz kompletten Verschlusses der Nierenhauptarterie zur Füllung der verengten Segment- und Subsegmentarterien. Die Parenchymphase ist dann wesentlich verzögert und die Ausscheidung erfolgt verspätet.

Differentialdiagnose:

Gefäßspasmen, die selten und hauptsächlich bei selektiver Renovasographie in allen Nierengefäßen durch Fremdkörperreiz, Druckanstieg oder Kontrastmittelirritation

auftreten, können Grund zur angiographischen Fehldiagnose geben. (3, 20, 5 S 814-817)

5.3 Entzündliche Erkrankungen der Nieren und der ableitenden Harnwege.

5.3.1 Pyelonephritis

Indikation:
Bei klinischem Verdacht auf Pyelonephritis ist die Angiographie erst in fortgeschrittenem Stadium indiziert, insbesondere dann, wenn bei einseitig funktionsbeschränkter oder funktionsloser Niere deren Ursache unklar ist, oder wenn infolge narbiger Veränderungen des Parenchyms, Verziehungen am Nierenbeckenkelchsystem und Unregelmäßigkeiten an der Nierenkontur entstehen, die andere Erkrankungen, wie expansive Prozesse, vortäuschen können. Die Feststellung entzündlicher und im speziellen pyelonephritischer Veränderungen ist von überaus großer Bedeutung, da die Nierenentzündung als schleichendes Leiden in vielen Fällen unbemerkt, sich unbehandelt zum Vollbild einer chronischen Nierenerkrankung entwickelt. An dieser dringlichen Aufgabe der rechtzeitigen Erkennung sollte auch die Angiographie mitwirken.
Angiographisches Bild:
Die akute Pyelonephritis zeigt meist keine röntgenologischen Veränderungen. Bei der chronischen Pyelonephritis sieht man:
a) Seitendifferente Kaliberreduktionen der Arteria renalis, oft mit trichterförmigem Abgang, der bei fortschreitendem Prozeß fadendünn wird und bei pyleonephritischer Schrumpfniere überhaupt ungefüllt bleiben kann;
b) Herdförmige, sehr selten diffuse periphere Rarefizierung des Gefäßbaumes;
c) Geschlängelten Verlauf der intrarenalen Gefäße infolge der Schrumpfung;

d) Bilateral asymmetrische Form der Nieren, abhängig von der Breite des noch vorhandenen Parenchymmantels;
e) Asymmetrisch verminderte Durchflußrate;
f) Inhomogene Kontrastmittelanreicherung in der Parenchymphase.

Differentialdiagnose:
Die Diagnose der Pyelonephritis angiographisch zu stellen, ist häufig sehr schwierig, da die Veränderungen vielfältig, wechselnd und nicht pathognomonisch sind. Die Unterscheidungsschwierigkeiten im Stadium der stark geschrumpften Niere seien später erwähnt. (19, 21, 5 S 385-393)

5.3.2 Pyonephrose

Indikation:
Neben der bereits beschriebenen Klinik geben folgende röntgenologischen Befunde Anlaß an eine Pyonephrose zu denken. In der Leeraufnahme ist der Nierenschatten nicht deutlich abzugrenzen, der Psoasrand häufig verwischt. Im Ausscheidungsurogramm wird meist jede Kontrastmittelausscheidung vermißt. Untersuchungen mit Radioisotopen ergeben eine funktionslose Niere. Einzig die Renovasographie ist, wie später angeführt, in der Lage die stumme Niere abzuklären.

Angiographisches Bild:
Die Nierenhauptarterie und deren Äste stellen sich durch Spreizung und bogigen Verlauf verengt und gestreckt dar. Das periphere Gefäßsystem der Parenchymreste ist stark rarefiziert. Die Abgrenzung der Nierenoberfläche gelingt oft nicht, da der Krankheitsprozeß auf die Nierenhüllen übergegriffen hat. In der parenchymatösen Phase sieht man verwaschene, unscharfe Parenchymreste.

Differentialdiagnose:
In fortgeschrittenen Stadien ist die Pyonephrose von der ausgeprägten Hydronephrose angiographisch nicht zu unterscheiden. Auch ist aus der Renovasographie nicht abzu-

lesen, ob eine Tuberkulose oder eine Pyelonephritis ursächlich für die Pyonephrose war. (5 S 409-413)

5.3.3 Nierenabszeß, Nierenkarbunkel.

Indikation:
Nicht nur die Klinik ist unspezifisch, auch das Ausscheidungsurogramm und die nuklearmedizinischen Untersuchungen bringen keine eindeutigen Ergebnisse. Das Szintigramm ergibt Speicherdefekte. Im Urogramm verursachen Abszeß und Karbunkel bisweilen gar keine Veränderungen, oft aber Verdrängungserscheinungen und Kompressionen am Nierenbeckenkelchsystem oder Buckelungen an der Nierenoberfläche. Die häufige entzündliche Mitbeteiligung der Nierenhüllen führt zur Aufhebung des Psoasschattens in der Leeraufnahme, oder zu mangelhafter, respiratorischer Verschieblicherkeit im Veratmungsurogramm. Insbesondere zur präoperativen Klärung eines fraglichen Nierenabszesses und als Operationsvorbereitung ist die Renovasographie die Methode der Wahl.
Angiographisches Bild:
Die arteriellen Gefäße der Umgebung von Abszeß oder Karbunkel sind bogig verlagert. Eine verzögerte und verlängerte Zirkulation wird evtl. bei frischen Prozessen durch ein Ödem der Niere zustandekommen. Beim Nierenkarbunkel kann eine hypervaskularisierte Umgebung mit gestreckten und erweiterten Gefäßen und verstärkter Anfärbung in der Parenchymphase bestehen. (21, 5 S 420)
Differentialdiagnose:
Differentialdiagnostisch bieten sowohl Karbunkel als auch Abszeß selbst angiographisch beachtliche Schwierigkeiten. Sie können nicht immer sicher von Cysten, gefäßarmen oder gefäßlosen Tumoren unterschieden werden.

5.3.4 Glomerulonephritis

Indikation:
Im Falle der akuten Glomerulonephritis ist die Renovaso-

graphie nur angezeigt, wenn eine Nierenbiopsie durchgeführt werden soll. Bei der chronischen Glomerulonephritis sieht man in der Übersichtsaufnahme beidseits diffus verkleinerte Nieren und im Szintigramm kleine Nieren mit inhomogener Speicherung. Im Ausscheidungsurogramm ist die Ausscheidung verzögert oder vermindert konzentriert oder kann ganz fehlen. Die Nierenbeckenkelchsysteme sind der Schrumpfung entsprechend verkleinert. Die eben angeführten Kriterien geben jedoch nur Anlaß zum Verdacht auf entzündlich bedingte Schrumpfungen. Mit Hilfe der Angiographie kann die ätiologische Klärung versucht werden.

Angiographisches Bild:

Die akute Glomerulonephritis läßt im Angiogramm keine pathologischen Veränderungen erkennen. Bei der chronischen Glomerulonephritis sind die Arteriae renales der verkleinerten Nieren kaliberenger. Die intrarenalen Gefäße zeigen einen gestreckten Verlauf mit abrupter Kaliberreduktion. Als Zeichen eines erhöhten Gefäßwiderstandes wird eine deutliche Strömungsverlangsamung des Blutes und Stase des Kontrastmittels beobachtet. Dies führt zu einer verzögerten nephrographischen Phase mit verminderter, aber homogener Parenchymanfärbung. Die Rindenzone ist verschmälert.

Differentialdiagnose:

Nach LÖHR und MELLIN zeigt die Glomerulonephritis ein uniformes Bild in Form von besenreiserartig enggestellten Gefäßen, die den Eindruck eines laublosen Baumes vermitteln, wohingegen für die Pyelonephritis das sogenannte bunte Gefäßbild typisch ist. Zu beachten ist der Größenunterschied beider Nieren und die inhomogene Parenchymanfärbung bei der Pyelonephritis. Mit zunehmender Schrumpfung ist jedoch eine früher schon schwierige Differenzierung zwischen Pyelonephritis und Glomerulonephritis angiographisch nicht mehr möglich. (14, 21, 37 S 345-346)

5.3.5 Tuberkulose

Indikation:
Im Frühstadium, das heißt im Stadium der geschlossenen Parenchymtuberkulose, gibt die Renovasographie keinerlei Aufschluß und ist daher nicht indiziert, es sei denn, daß durch Kalkeinlagerungen, die in jedem Stadium vorkommen können, Verschattungen in Erscheinung treten, die der Abklärung gegenüber verkalkten Cysten und Hypernephromen oder gegenüber Steinen bedürfen. Bei der cavernös-ulcerösen Tuberkulose sind im Ausscheidungsurogramm Veränderungen des Nierenbeckens, narbige Schrumpfungen oder Vorwölbungen der Nierenoberfläche und Prozesse, die ins Nierenbeckenkelchsystem eingebrochen sind, festzustellen. Das bedeutet, daß man nur unspezifische Veränderungen findet. In fortgeschrittenem Stadium ist die Ausscheidungsfunktion der Nieren, wenn überhaupt vorhanden, meist zu gering um Aussagen machen zu können. Oft läßt sich urographisch die Tatsache von Parenchymdestruktionen feststellen. Jedoch das Ausmaß des Prozesses, der in der Regel ausgedehnter ist als urographisch angenommen, ist nur angiographisch feststellbar. Die Größe von Kavernen oder das Vorhandensein urographisch stummer Rindenkavernen zeigt die Renovasographie. Die Hauptindikation zur Angiographie liegt in der Aussage über die Aussicht einer organerhaltenden Operation und Klärung der Frage nach Resektion oder Ektomie.
Angiographisches Bild:
a) Bei der kavernös-ulcerösen Tuberkulose ist der gesamte Gefäßbaum diffus rarefiziert. Die Segmentarterien sind kaliberenger, die Nierenhauptarterien nur in fortgeschrittenem Stadium. Die Subsegmentarterien und Arteriae arcuatae zeigen Rarefizierungen, Kaliberschwankungen, Gefäßabbrüche, korkenzieherartige Schlängelungen und Verlagerungen.
b) Bei frischen entzündlichen Parenchymveränderungen kommt es zu hyperämischen Entzündungszeichen, wie Strö-

mungsverlangsamung, entzündlichen Randsäumen, sowie stärker kontrastierten Bereichen.
c) Kavernen imponieren als runde, fast gefäßfreie Bezirke, möglicherweise mit Granulationswall. Charakteristisch für Kavernen sind Abbrüche an den Gefäßen, die auf die Kaverne zulaufen. Ältere Kavernen sind ohne Granulationswall und scharf begrenzt.
d) Fibröse Prozesse weisen durch ihre Minderdurchblutung verminderte Anfärbung auf.
e) Sehr fortgeschrittene Veränderungen mit Harnabflußstörungen durch stenosierende Prozesse führen zu Erweiterung und Schlängelung der Nierenbeckenarterien.
f) Bei Mitbefall der Nierenhüllen können erweiterte Kapselgefäße festgestellt werden.
g) Mörtel- oder Kittnieren haben die Arteria renalis meist verschlossen. Bei Schrumpfnieren ist die Nierenhauptarterie entweder verschlossen oder hochgradig verengt mit entsprechender Gefäßrarefizierung.
h) In der Parenchymphase kommt es zu inhomogener, schekkiger Kontrastmittelverteilung.
Differentialdiagnose:
Die generalisierte offene Nierentuberkulose, insbesondere die mischinfizierte, besitzt angiographische Ähnlichkeit mit Pyelonephritiden. Dabei kann die sichere Diagnose nur durch den Nachweis von Tuberkelbakterien gestellt werden. In fortgeschrittenem Stadium mit Harnabflußstörung ist die Tuberkulose und die Hydronephrose angiographisch oft nicht mehr zu unterscheiden. Die Differentialdiagnose zwischen Kaverne und Cyste ist meist möglich, da man bei Cysten keine Gefäßabbrüche beobachtet, sondern Verdrängungen der Gefäße und bogenförmiges Umlaufen der Cyste. Insgesamt sollten die Erwartungen an die Angiographie bei der Tuberkulose nicht zu hoch gestellt werden, da eigentlich alle radiologischen Kriterien bei der Tuberkulose nicht hinreichend pathognomonisch sind, außer bei der Mörtelniere. (14, 37 S 352-358, 5 S 466-479)

5.4 Traumatische Veränderungen

Indikation:
Bei jedem Fall einer schweren Nierenverletzung und vor dem Entschluß zur operativen Intervention sollte, wenn irgend möglich, die Renovasographie durchgeführt werden. Sie ist sowohl für die Erkennung von tiefgreifenden Parenchymeinrissen und kompletten Rupturen, als auch für eine Beurteilung der Durchblutung, und damit für die Erhaltungsfähigkeit einzelner Organabschnitte unentbehrlich. Dieser Nachweis von Gefäßläsionen, Durchblutungsstörungen und dadurch bedingtem, funktionellem Ausfall des zugehörigen Parenchyms, ist die Hauptleistung der Angiographie beim Nierentrauma. Eine sofortige Gefäßdarstellung, zunächst in Form der Aortographie ohne vorherige zeitraubende Urographie ist erforderlich, wenn bei einem schweren Bauchtrauma baldigst eine Operation notwendig erscheint. Eine rechtzeitig durchgeführte Angiographie und möglicherweise anschließende Operation ist bei verletzten Nieren oft organerhaltend.
Angiographisches Bild:

a) Die Nierenkontusion zeigt meist keine Veränderung oder bestensfalls eine Verminderung der feinen Endverzweigungen oder in der Parenchymphase durch gefäßlose Zonen eine Abschwächung der Parenchymanfärbung.

b) Rupturen sind oft schwer zu beurteilen. Der Nachweis kann erfolgen durch auseinandergerissene Ränder, gefäßleere Rupturspalten, mitunter durch an den Rändern erweiterte Venen, durch fehlende oder abgeschwächte Durchblutung verletzter Parenchymanteile und damit verbunden kaliberenger zuführender Arterien. In der Nephrographischen Phase wird traumatisiertes Parenchym gar nicht oder vermindert angefärbt.

c) Verletzungen der Nierengefäße
Bei Abriß der Nierenhauptarterie stellt sich meist ein kurzer kontrastmittelgefüllter Stumpf dar, der mit der Aorta in Verbindung steht. Selten kommt es zu Kontrast-

mittelaustritten. Abgerissene Arterienäste sind proximal des Abrißes kontrahiert und kaliberenger. Das ihnen zugehörige Parenchym färbt sich in der nephrographischen Phase nicht und grenzt sich scharf gegen umgebendes Gewebe ab. Füllungsdefekte weisen auf Gefäßeinrisse hin.

d) Hämatome, e) Verletzungen des Nierenbeckens

Bei der Diagnostik von d und e hat die Renovasographie so gut wie keine Bedeutung, da es keine spezifischen angiographischen Zeichen gibt.

Differentialdiagnose:

Kommt es bei selektiver Angiographie nach Nierentrauma zu Füllungsausfällen, so muß neben Polabsprengung auch an das Vorhandensein einer Polarterie gedacht werden, was die Aortographie aber klärt. Parenchymrupturen sind je nach Größe und Strahlengang manchmal angiographisch nicht darstellbar, so daß die Frage schwere Kontusion oder Parenchymriß bisweilen nicht entschieden wird. (4, 14, 29, 37 S 466-484, 5 S 755-763)

5.5 Entwicklungsstörungen der Niere und erworbene Erkrankungen.

Indikation:

5.5.1 Aplasie

In der Differentialdiagnose der stummen Niere spielt der Ausschluß einer Nierenaplasie eine wichtige Rolle.

5.5.2 Hypoplasie

Bei einer in Leeraufnahme, Ausscheidungsurogramm und Isotopenuntersuchung diffus verkleinerten Niere mit diffus kleinerem Nierenbecken bei normaler bis fehlender Ausscheidung kann angiographisch versucht werden die Hypoplasie von der Schrumpfniere, das heißt die angeborene von der erworbenen Zwergniere zu unterscheiden. (37 S 239)

5.5.3 Überzählige Nieren

Im Urogramm ist die Diagnose oft nicht zu stellen, wenn die Nieren zu nahe beieinander liegen. Durch die angio-

graphische Darstellung der getrennten Gefäßversorgung läßt sich Klarheit schaffen. (37 S 239)

5.5.4 Persistierende fetale Lappung

Sie kann urographisch einen raumfordernden Prozeß vortäuschen, der angiographisch sicher ausgeschlossen werden kann. (19)

5.5.5 Verschmelzungsniere

Die Angiographie ermöglicht eine Darstellung der Gefäßversorgung und der Parenchymanteile und kann einen urographisch möglichen Verdacht auf Tumor entkräften. (19)

5.5.6 Nierendystopie

Die Angiographie klärt die atypische Gefäßversorgung und ist gegebenenfalls eine notwendige Operationsvorbereitung. (35)

5.5.7 Multiple Nierenarterien

Verursacht ein aberierendes Gefäß eine Hydronephrose, so läßt sich deren Ätiologie angiographisch erurieren. Gefäßbedingte Impressionen können im Ausscheidungsurogramm Anlaß zum Verdacht auf Tumor geben. Die Angiographie schließt diesen aus.

5.5.8 Markschwammniere

Da die radiologische Diagnose durch Leeraufnahme und Ausscheidungsurogramm erfolgt, hat die Renovasographie keine Bedeutung. (37 S 259)

5.5.9 Polycystische Nierendegeneration

Vergrößerung beider Nieren mit bucklig welliger Außenkontur und Nierenbeckendeformation erfordert zur Diagnose die Darstellung des veränderten Nierengefäßsystems. Eindeutig angezeigt ist die Renovasographie als Operationsvorbereitung und beim urographischen Verdacht auf Tumor. (5 S 244-254)

5.5.10 Nephroptose

Das Ausscheidungsurogramm zeigt im Liegen eine normal lokalisierte Niere. Im Stehen findet sich die Niere tiefer, hängt am Stiel des Hilus, ist häufig cranialwärts gerichtet und der normal lange Ureter ist geschlängelt. Damit ist die Diagnose meist schon gestellt.

Die Renovasographie empfiehlt sich als eventuelle Vorbereitung für eine Nephropexie und gibt Auskunft über die mögliche Minderdurchblutung. (5 S 177)

Angiographisches Bild:

Sowohl im angiographischen Bild als auch in der Differentialdiagnose sind nur die Aplasie, Hypoplasie, polycystische Degeneration und Nephroptose von Interesse.

5.5.1 Aplasie

Bei der Aplasie fehlt jegliche Gefäß- und Organdarstellung. (37 S 239)

5.5.2 Hypoplasie

Bei funktionstüchtiger, hypoplastischer Niere ist der Gefäßaufbau der Kleinheit des Organs entsprechend, zart und proportioniert. Die Oberfläche ist glatt und gleichmäßig. In der Parenchymphase kommt es zu homogener Anfärbung. (37 S 240)

5.5.9 Polycystische Degeneration

Die arteriellen Gefäße sind in Folge Verminderung funktionsfähigen Parenchyms kaliberenger, gestreckt oder bogig verlaufend und elongiert. Daraus entsteht ein Mißverhältnis zwischen vergrößertem Gesamtorgan und Durchmesser sowie Anzahl der Gefäße. Die Blutzirkulation ist häufig verzögert. In der nephrographischen Phase findet sich geringe, fleckige Anfärbung. Die Cysten stellen sich als gefäßleere nicht durchblutete Bezirke dar, wodurch der Eindruck einer durchlöcherten Niere entsteht. Größere Cysten zeigen das bereits oben beschriebene Cystenbild. Wachsen große Cysten nach extrarenal, sieht man mitunter an der Oberfläche zarte, bogig verlaufende Gefäße. (5 S 244-254, 37 S 259)

5.5.10 Nephroptose

Die an normaler Stelle aus der Aorta abgehende Arteria renalis und ihre Äste sind elongiert und kaliberenger, versorgen aber eine sonst unauffällige Niere. Die Gesamtdurchströmung kann vermindert sein.

Differentialdiagnose:

Aplasie und Hypoplasie sind unter den Kapiteln stumme Niere und Schrumpfniere behandelt.

5.5.9 Polycystische Nierendegeneration

Die Schwierigkeiten bei der Unterscheidung zum expansiven Prozeß wurden bereits bei der Tumordiagnostik behandelt.

5.5.10 Nephroptose

Differentialdiagnostische Schwierigkeiten, etwa zur Nierendystopie stellen sich nicht.

5.6 Obstruktion der ableitenden Harnwege

5.6.1 Nephrolithiasis

Indikation:

Durch die Leeraufnahme und das Ausscheidungsurogramm läßt sich die Diagnose Nephrolithiasis fast immer stellen und die Lokalisation des Steins bestimmen. Die Angiographie hat bei der Nephrolithiasis wenig diagnostische Bedeutung. Sie kann das Ausmaß steinbedingter Parenchymschäden beurteilen und die Operationsindikation stellen. Die Hauptbedeutung der Angiographie bei der Nephrolithiasis liegt in der Operationsvorbereitung zur Steinentfernung, Nephrotomie oder Polresektion. Die genaue Kenntnis der segmentären Blutversorgung der Nieren, die sich angiographisch darstellen läßt, bestimmt die Lage der Nephrotomieebene präoperativ voraus. (5 S 177, 37 S 282-283)

Angiographisches Bild und Differentialdiagnose haben keine Bedeutung.

5.6.2 Hydronephrose

Indikation:

Die Renovasographie ist indiziert:

a) Wenn vor geplanter Operation abgeklärt werden soll, ob nach Beseitigung des Abflußhindernisses mit einer Erholung der Nierenfunktion gerechnet werden kann. (19)

Entscheidend für die Erholungsfähigkeit ist der verbleibende Parenchymrandsaum (ca. 5 mm), aber vor allem das Lumen der Arteria renalis, das nicht mehr als 50 % (19, 14) bis maximal 70 % (2) eingeengt sein darf.
b) Wenn es eine stumme Niere abzuklären gilt.
c) Wenn durch andere Untersuchungen die Ursache der Harnstauung nicht geklärt werden kann.
d) Wenn die Diagnose Hydronephrose mit anderen radiologischen Untersuchungen nicht sicher gestellt werden kann.

Angiographisches Bild:
Die Nierenhauptarterie und ihre Äste sind mäßig, bis hochgradig verengt. Letztere zeigen bogigen oder gestreckten Verlauf, am Hilus gespreizt. Die Rarefizierung der Gefäßperipherie nimmt mit Vergrößerung des Nierenbeckenkelchsystems zu. In der nephrographischen Phase sieht man eine Verschmälerung des Parenchyms, das bis zur dünnen Membran reduziert sein kann. Die Parenchymanfärbung ist verlängert und verstärkt. (2)

Differentialdiagnose:
Differentialdiagnostische Erwägungen gegenüber Tumor und Tuberkulose wurden unter den entsprechenden Kapiteln bereits angeführt. Die hydronephrotische Schrumpfniere folgt später. (14, 2)

5.7 Der renale Hypertonus

Indikation:
Die renale Hypertoniediagnostik zählt zu den wesentlichen Aufgaben der Angiographie. Die Angiographie ist sinnvoll und notwendig bei jungen Hypertonikern, hohen Blutdruckwerten, schwer therapierbaren oder therapieresistenten Hochdruckformen und rasch auftretendem oder progredientem Hypertonus. Ist jedoch der Patient nicht operabel aufgrund von Alter oder Gesundheitszustand erübrigt sich meist auch die Angiographie, da sie zu keiner therapeu-

tischen Konsequenz führt. (41, 25) Besteht nach biochemischem, anamnestischem und klinischem Ausschluß anderer Hochdruckformen durch Suchmethoden der Verdacht auf eine hypertonieauslösende Erkrankung der Nieren, sollte angiographisch die Diagnose gestellt werden. Die entsprechenden röntgenologischen Veränderungen wurden bei den jeweiligen Erkrankungen bereits beschrieben. (14)

Wichtig ist die Renovasographie als Operationsvorbereitung:

a) Bei der Stenose kann sie die hämodynamische Wirksamkeit teilweise beurteilen, die Stenose lokalisieren, einen beidseitigen Befall diagnostizieren und möglicherweise eine Aussage machen über die reversible oder irreversible Schädigung der betroffenen Niere. Letzteres ist für den Operationserfolg von größter Bedeutung. (20, 2)

b) Bei Schrumpfnieren kann man angiographisch Funktionslosigkeit feststellen und damit die Entscheidung zur Nephrektomie treffen.

c) Sowohl bei Stenosen als auch bei Schrumpfnieren ist es präoperativ wichtig die kontralaterale Niere auf Funktion und pathologische Veränderungen zu untersuchen. (3)

Wurde bei einem Hypertoniepatienten mit funktionell wirksamer Nierenarterienstenose ein revaskularisierender Eingriff vorgenommen und bleibt der Hypertonus danach unverändert hoch bzw., steigt nach kurzfristiger oder längerer Normalisierung wieder deutlich an, ist eine postoperative Renovasographie unzweifelhaft angezeigt, um eine Stenose der Anastomose oder eine neue Gefäßstenose an anderer Stelle erkennen zu können.

Am Rande sei noch erwähnt, daß bei hypertonieauslösenden Nebennierenerkrankungen, wie Cushingsyndrom, Connsyndrom und Phäochromocytom auch eine Angiographie, wenngleich keine selektive, so doch eine Aortographie indiziert ist.

Angiographisches Bild:
Das angiographische Bild des Hypertonus entspricht dem seiner auslösenden Erkrankung und bedarf somit keiner erneuten Beschreibung. Als Zeichen eines lange bestehenden Hochdrucks kann es zur Rarefizierung der Gefäßperipherie kommen.
Differentialdiagnose:
Der Kausalzusammenhang zwischen pathologischer Veränderung der Niere im angiographischen Bild und der Pathogenese des Hochdrucks, das heißt die Differentialdiagnose zwischen renalem Hypertonus und essentiellem, der entweder ohne Zusammenhang zur Nierenveränderung steht oder Ätiologie für diese darstellt, ist im Renovasogramm oft äußerst schwierig zu entscheiden. Wegen der therapeutischen Konsequenz, nämlich der Indikation zum chirurgischen Eingriff, ist meist noch eine Funktionsdiagnostik mit Renin als ergänzende Untersuchung notwendig. Jedoch auch die Reninaktivität ist nicht verläßlich für die Voraussage des chirurgischen Resultats. Nach KLEINSCHMIDT und MALTZAN führen nur 60 % aller Stenoseoperationen trotz Angiographie und Funktionsdiagnostik zu einem befriedigenden Erfolg. Nach BOOKSTEIN ca. 80 %. Die hämodynamische Bedeutung einer Nierenarterienstenose ist fast sicher:
a) Bei einer ausgeprägten Stenose mit einer Lumeneinengung unter 1,5 mm mit und ohne kollateraler Gefäßversorgung;
b) Bei einer fibromuskulären Hyperplasie, die fast immer zum Hypertonus führt;
c) Bei einer Nierenarterienstenose mit foudroyanter Verschlechterung des Hochdrucks und mit Ausbildung eines sekundären Aldosteronismus.
Die Diagnose eines renalen Hypertonus kann 100%ig sicher nur dann erwiesen werden, wenn der Patient nach einer Gefäßrekonstruktion einen Behandlungserfolg erkennen läßt. (3, 19, 23)

5.8 Schrumpfniere

Indikation:
Indikationen zur Angiographie bei der Schrumpfniere sind:
a) Abklärung einer urographisch und nuklearmedizinisch funktionslosen Niere oder einer kleinen funktionsbehinderten Niere.
b) Operationsvorbereitung bei einseitiger Schrumpfniere als möglicher Hochdruckursache.
c) Abgrenzung von Hypoplasie oder Aplasie.
Angiographisches Bild:
Angiographische Zeichen der Schrumpfniere sind ausgeprägte Kaliberverengung der Nierenhauptarterie und ihrer Äste und deutliche Gefäßrarefizierung in der Peripherie und eine gestörte Relation zwischen Nierenbeckenkelchsystem und Nierenparenchym durch Mark- und Rindenatrophie. Bisweilen zeigen Schrumpfnieren verschiedener Ätiologie verschiedene angiographische Bilder. Die Infarktschrumpfniere ist charakterisiert durch trichterförmige Einziehungen und damit eine grobhöckrige Nierenkontur, sowie örtlich zerstörte Rindengefäßzeichnung. Bei der glomerulonephritischen Schrumpfniere sind die Befunde meist an beiden Nieren gleich ausgeprägt. Der Gefäßbaum ist rarefiziert und enggestellt, die Oberfläche glatt. Die pyelonephritischen Schrumpfnieren zeichnen sich durch eine morphologische Vielfalt aus. Das Ausmaß der Befunde ist in der Regel seitenverschieden. Bei der hydronephrotischen Schrumpfniere sind bei meist einseitigem Befall die enggestellten Arterien des Nierenhilus gespreizt, die mittleren Arterien hochgradig rarefiziert und das Nierenparenchym zu einer dünnen Membran reduziert.
Differentialdiagnose:
Im Endstadium sind Schrumpfnieren meist ätiologisch nicht mehr zu unterscheiden. Die Schrumpfniere läßt sich nicht immer von der hypoplastischen Niere abgrenzen, insbeson-

dere dann, wenn letztere sekundär entzündlich verändert ist. (14)

5.9 Stumme Niere

Indikation:
Die stumme Niere stellt ein diagnostisches Problem dar, das auch durch Tomographie oder retrograde Pyelographie meist nicht gelöst wird. Die Renovasographie erweist sich als die einzige Methode, die die Ursache zu klären vermag. Sie hat ein gutes diagnostisches Ergebnis. (38 S 505-509)
Angiographisches Bild und Differentialdiagnose sind abhängig von der Ätiologie der stummen Niere und sollen hier nicht noch einmal behandelt werden. Differentialdiagnostisch ist zu erwähnen, daß die Abgrenzung gegen die Aplasie in seltenen Fällen nicht möglich ist.

5.10 Nierenversagen und Niereninsuffizienz

5.10.1 Akutes Nierenversagen

Indikation:
Beim akuten Nierenversagen ist die röntgenologische und speziell die angiographische Untersuchung selten angezeigt, da häufig die Genese klar ist, außerdem beim schlechten Allgemeinzustand des Patienten jede zusätzliche Belastung genauer Überlegung bedarf. Bisweilen soll jedoch die Angiographie Zustand der Nieren und Ätiologie klären.
Angiographisches Bild:
Charakteristisch für die Schockniere sind Kontrastmitteldurchgängigkeit der größeren intrarenalen Arterien, Abbruch der Gefäße teils zweiter, teils dritter Ordnung, verlängerte und verstärkte Parenchymphase und Nierenvergrößerung.

Differentialdiagnose:
Eine ätiologische Klärung gelingt nicht immer.

5.10.2 Chronische Niereninsuffizienz

Indikation:
a) Die Renovasographie versucht bei der ätiologischen Klärung der Niereninsuffizienz mitzuwirken.
b) Sie stellt die verbleibenden Anteile des funktionstüchtigen Parenchyms dar.
c) Ist eine Nierenpunktion zur Klärung der Ursache erforderlich, sollte dieser eine Renovasographie vorangehen.
d) Bei einer finalen Urämie die eine Transplantation nötig macht, erhält die Angiographie eine wichtige Rolle, nämlich die Darstellung der Gefäßverhältnisse und des Zustandes beider Nieren sowohl beim Transplantationsspender als auch -empfänger. Dabei hat sie über das Verbleiben der irreversibel geschädigten Niere mitzuentscheiden.
Angiographisches Bild und Differentialdiagnose bedürfen keiner erneuten Erwähnung mehr.

5.10.3 Insuffizienz oder Versagen des Transplantates

Indikation:
Die Angiographie muß in spezieller Technik mit speziellem Katheter durchgeführt werden. Hinter dem urographisch funktionslosen oder funktionschwachen Transplantat kann sich eine Abstoßung, eine ischämische Schädigung, eine Thrombose der Arterie oder Vene oder eine Obstruktion der ableitenden Harnwege verbergen. Nur die Renovasographie kann dies klären. (37 S 769-775, 36)
Angiographisches Bild:
a) Abstoßung
Bei der leichten Form ist die Angiographie in einem Teil der Fälle normal. Ansonsten sieht man fehlende Darstel-

lung der peripheren Arterienaufzweigung, ödematös bedingte Spreizung der intrarenalen Arterienäste bei normaler Passagezeit des Kontrastmittels. In der Parenchymphase kommt es durch Reduktion der Rindendurchblutung zur Abnahme der kortikalen Kontrastmitteldichte und Verwischung der Rindenmarkgrenze. Die Darstellung von Nierenvenen bleibt stets aus. In fortgeschrittenen Fällen sieht man Kaliberunregelmäßigkeiten, Stenosen, Okklusionen an den Arterien und Zirkulationsverlangsamung. (36)

b) Ischämische Nierenschädigung

Hierbei findet man eine Kontrastmitteldurchgängigkeit der größeren Arterien, aber irreguläre, rarefizierte, auseinandergedrängte Interlobaraterien und eine Verlängerung der Parenchymphase. Das Transplantat ist deutlich aufgetrieben.

c) Nierenarterienthrombose

Bei vollständigem Verschluß ist die Anastomose nicht mehr einsehbar.

d) Nierenvenenthrombose

Die Gefäßperipherie ist nicht mehr darstellbar, die Kontrastmittelpassage verlangsamt. (36, 37 S 511)

e) Stenose und Harnwegsobstruktion sind bereits an anderer Stelle beschrieben.

Differentialdiagnose:

Da sowohl der Abstoßungsreaktion als auch der ischämischen Nierenschädigung eine ähnliche Veränderung ihrer Hämodynamik zugrunde liegt, ist ihre Unterscheidung angiographisch meist nicht möglich. Die exakte Diagnosestellung muß unter Einbeziehung aller klinischen und röntgenologischen Parameter versucht werden. Auch die Abgrenzung der Nierenvenenthrombose bringt häufig Schwierigkeiten mit sich. (36, 37 S 766, S 769-775)

5.11 Hämaturie

Indikation:
Ergeben biochemische, klinische und urologische Untersuchungen, sowie klassische Röntgen- und nuklearmedizinische Untersuchungen/keine Erklärung oder aber den Verdacht auf bestimmte Erkrankungen der Niere, so sollte eine Renovasographie durchgeführt werden.
Differentialdiagnose:
Allerdings ist auch der diagnostische Wert der Renovasographie limitiert, so etwa bei der akuten Glomerulonephritis und bei der frühen Pyelonephritis, die wie bereits erwähnt, häufig keine angiographischen Veränderungen zeigen. Die Diagnose kann dann nur histologisch erbracht werden.

5.12 Tumor im Bauchraum

Nebenbei sei noch erwähnt, daß bei Verdacht auf Tumor im Bauchraum die Aortographie indiziert ist. Im Zusammenhang damit werden auch die Nieren untersucht. Sie können dabei Sitz des Tumors, durch Kompression von einem anderen Tumor betroffen oder überhaupt unbeteiligt sein.

6. Statistischer Teil

Im Folgenden seien 278 Renovasographien, die von Januar 1973 bis 1975 in der Röntgen Abteilung der Medizinischen Klinik Innenstadt der Universität München durchgeführt wurden, auf Indikation und Ergebnis untersucht, statistisch ausgewertet und kurz erläutert.

6.1 Expansiver Prozeß: Tumor, Metastasen, Zyste.

Bei 88 Patienten war es Aufgabe der Renovasographie den Verdacht auf expansiven Prozeß abzuklären. In 84 Fällen bestand der Verdacht aufgrund anderer Röntgenuntersuchungen, meist des Ausscheidungsurogramms, mit und ohne klinische Zeichen. 4 Patienten wiesen klinische, nicht jedoch urographische Verdachtsmomente für einen Tumor auf.

40 der 88 Fälle ergaben eine positive Korrelation zwischen Indikation und Ergebnis, d. h., die angiographische Diagnose lautete 12x Tumor, 26x Zyste oder Zysten und 2x Metastasen. In einem Fall konnte der Tumor angiographisch nicht vollständig gesichert werden. Die Korrelation ist also nur fraglich positiv. Bei den verbleibenden 47 Patienten hießen die angiographischen Diagnosen: kein pathologischer Befund an beiden Nieren, postentzündliche Veränderungen, Schrumpfungen, Anlagevariante, Infarkt oder Infarkte, Kompression von außen, Verdacht auf Tumor der Nebennieren, Pankreaskopftumor, arterielle Stenose und sekundäre Hochdruckzeichen. (s. Abb. 2)

Eine Doppelindikation war in 4 Fällen Anlaß zur Renovasographie. Zu einem Verdacht auf expansiven Prozeß kam 1x der Verdacht auf frisches entzündliches Geschehen, 1x die Abklärung einer kleinen Niere und 2x die Fragestellung renaler Hypertonus. In allen 4 Fällen fand

sich mindestens zu einer Indikation eine positive Korrelation mit dem Ergebnis. (s. Abb. 3)

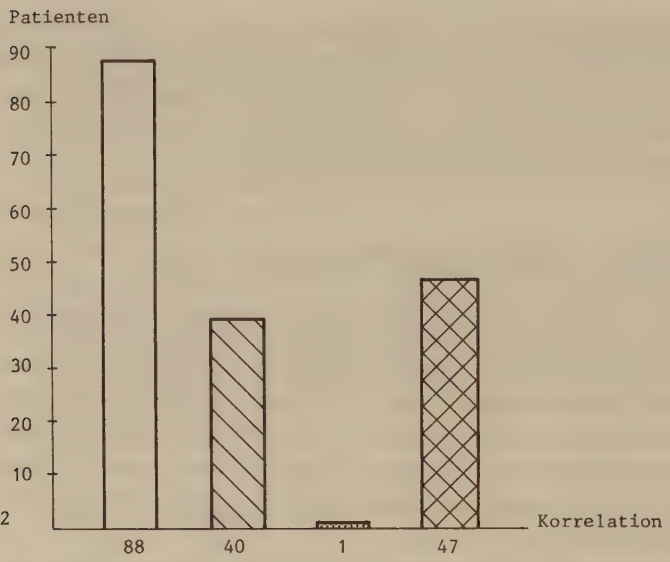


Abb. 2

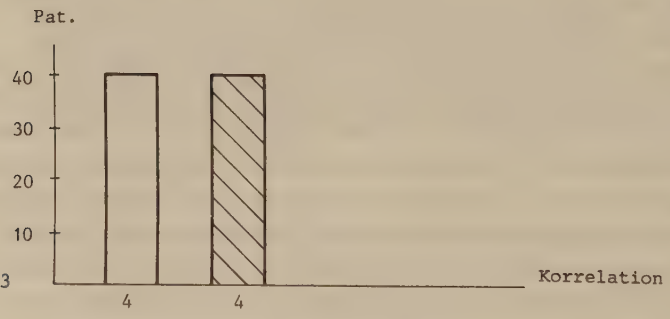
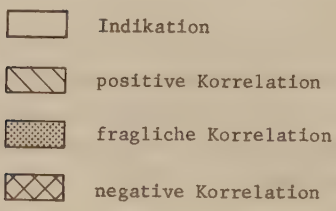


Abb. 3



6.2 Gefäßerkrankungen der Niere und Störungen der renalen Durchblutung.

In 9 Fällen veranlaßten Gefäßerkrankungen eine Renovasographie. Aufgrund auswärtiger Diagnosen bestand bei 3 Patienten der Verdacht auf Nierenarterienstenosen, der in einem Fall verifiziert werden konnte, d. h. eine positive Korrelation ergab. In den beiden anderen Fällen lag 1x eine Anlageanomalie vor, 1x wurde ein Nebennierentumor entdeckt.

Bei 5 Patienten ging es nach einer Stenosenoperation um die angiographische Dokumentation eines erfolgreichen Eingriffes. In allen 5 Fällen zeigte sich die Blutversorgung durch das Interponat unbehindert, somit die Operation erfolgreich und die Korrelation positiv.

Bei einem angiographisch bereits bekannten Aneurysma, sollte ein Fortschreiten des aneurysmatischen Prozesses durch eine wiederholte Angiographie nachgewiesen werden. Das Ausmaß des Aneurysmas hatte zugenommen, sodaß auch dieser Fall positiv korrelierte. (s. Abb. 4)

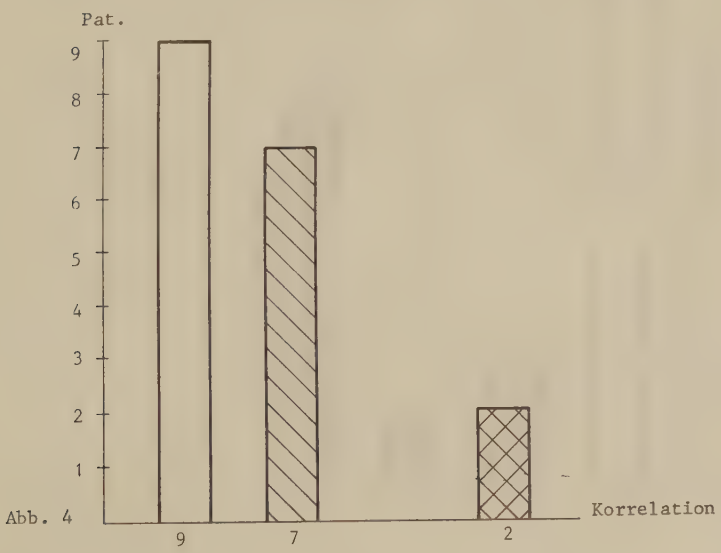


Abb. 4

6.3 Entzündliche Erkrankungen der Niere und der ableitenden Harnwege.

Die Indikation zur Renovasographie war in 10 Fällen der Verdacht auf ein akutes oder chronisches entzündliches Geschehen, hauptsächlich der Verdacht auf Pyelonephritis. Nur zwei angiographische Ergebnisse erbrachten eine positive Korrelation, nämlich ausgedehnte postentzündliche Veränderungen. Bei einem Patienten ergab sich der Verdacht auf einen Abszeß. Zwar paßte dieses mögliche Ergebnis zu den klinischen Erscheinungen, ließ sich aber im Angiogramm nicht sicher gegen Blutung oder Zyste abgrenzen und korreliert fraglich. Die weiteren angiographischen Diagnosen lauteten: konkrementbedingte Degeneration der Kelchgruppe, kein pathologischer Befund, Stenose. (s. Abb. 5)

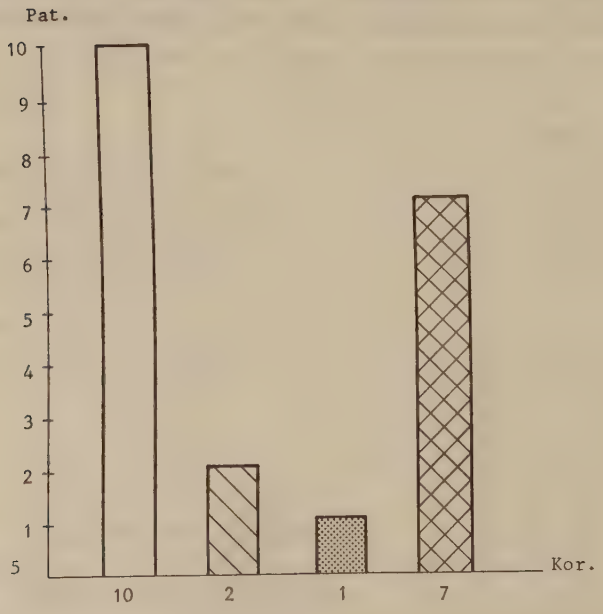


Abb. 5

6.4 Traumatische Veränderungen der Nieren

Ein einziger Fall eines stumpfen Bauchtraumas mit Nierenversagen kam zur Untersuchung. Das Ergebnis, ein traumatischer Verschluß oder Abriß der rechten Nierenhauptarterie, korrelierte mit der Indikation.

6.5 Angeborene und erworbene Anomalien

Dreimal bestand im Urogramm der Verdacht auf polyzystische Nierendegeneration. Der Verdacht erwies sich in jedem der Fälle als richtig. In einem weiteren Fall stellte sich urographisch die Frage: Anlageanomalie oder posttraumatischer Schaden nach Nierenkontusion. Die Renovasographie klärte den Befund als Anlageanomalie, damit auch hier eine Übereinstimmung zwischen Indikation und Ergebnis. (s. Abb. 6)

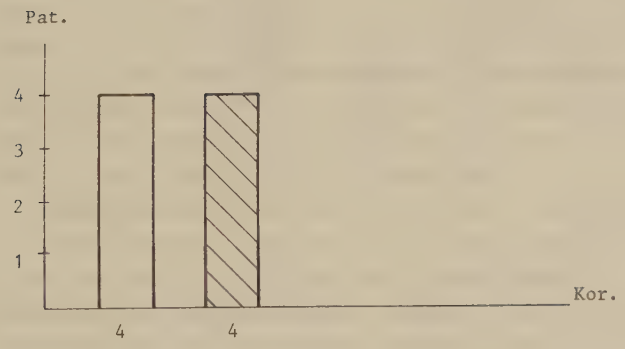


Abb. 6

6.6 Obstruktion der ableitenden Harnwege: Nephrolithiasis, Hydronephrose.

Zweimal sollte die Renovasographie als Operationsvorbereitung bei urographisch diagnostizierten Nierenbeckenausgußsteinen dienen. Die Korrelation zwischen Indikation und Ergebnis war positiv, da die Diagnose gesichert und die Ausgußsteine lokalisiert werden konnten. Der zweimalige Verdacht auf Hydronephrose ließ sich angiographisch nur einmal bestätigen. Im 2. Fall stellte sich eine Zystenniere heraus. (s. Abb. 7)

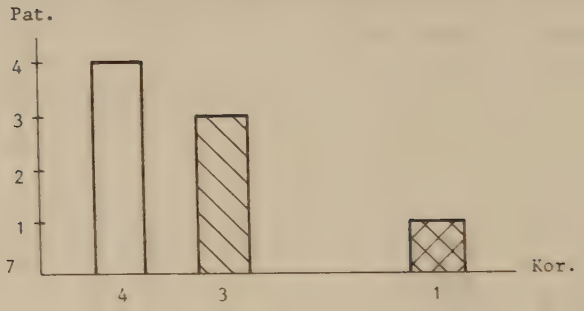


Abb. 7

6.7 Der renale Hypertonus

Die Frage nach parenchymatösen oder vaskulären Nierenveränderungen, die einen Hypertonus verursachen könnten, gab mit 116 Fällen am häufigsten Anlaß für eine Renovasographie. Zur Untersuchung kamen vorwiegend junge Hypertoniker, von denen kaum einer älter als 50 Jahre war, oder Patienten mit sehr hohen oder schwer therapierbaren Blutdruckwerten. In fast 40 Fällen unterstützte das meist vorangegangene Ausscheidungsurogramm den Verdacht auf renale Hypertonie. Bei 20 Patienten zeigte das Angiogramm Veränderungen in der Niere, die mit Sicherheit auf einen Hypertonus schließen ließen. In 26 Fällen wurde auch angiographisch nur ein Verdacht auf renalen Hochdruck ausgesprochen, der sich jedoch nicht sicher bestätigen ließ. Für 63 Patienten konnte ein renaler Hypertonus ausgeschlossen werden. Einmal war die Angiographie aufgrund ausgeprägter arteriosklerotischer Veränderungen nicht durchführbar.

Sechs Patienten mußten nach zunächst erfolgreicher Stenosenoperation infolge erneuten Blutdruckanstieges nochmals angiographiert werden. Bei dreien zeigte sich wieder eine hämodynamisch wirksame Stenose im Operationsbereich, bei einem eine fraglich wirksame Interponatveränderung. Für zwei Patienten konnte man keine erneute Hypertonieursache finden, sondern nur ausgeprägte sekundäre Hochdruckzeichen, d. h. eine Rarefizierung der Gefäßperipherie als Folge der Hypertonie.

Zusammenfassend läßt sich sagen, bei 116 Renovasographien ergab sich in 23 Fällen eine positive, in 27 eine fragliche und in 65 Fällen keine Korrelation zwischen Indikation und Ergebnis. Bei einem Patienten mußte die Angiographie aus technischen Schwierigkeiten unterbleiben. (s. Abb. 8)

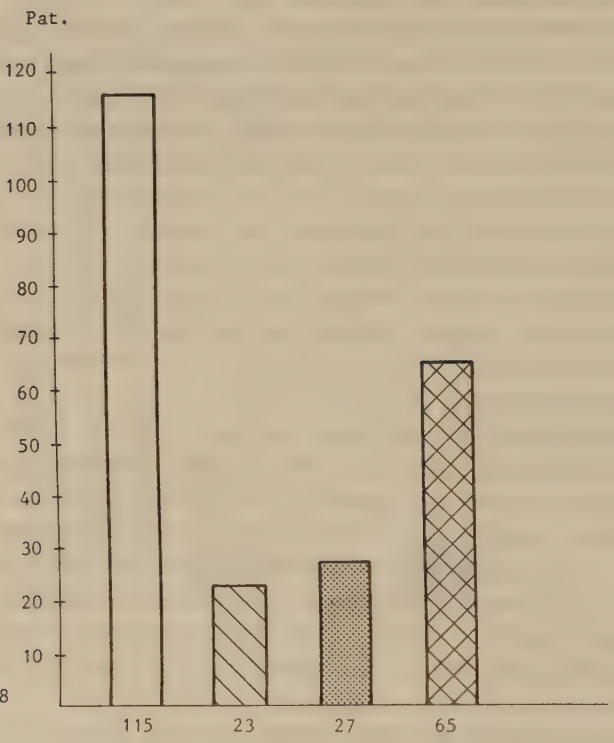


Abb. 8

6.8 Schrumpfnieren

Der urographische Verdacht auf Schrumpfnieren, ein- oder beidseitig, konnte angiographisch in keinem Fall bestätigt werden. Die Diagnose lautete jeweils hypoplastische Nieren. Somit ergab sich keine Korrelation. (s. Abb. 9)

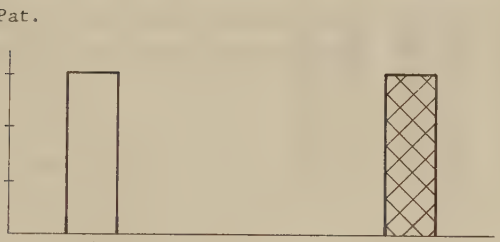


Abb. 9

6.9 Stumme Nieren

Die drei Fälle der stummen Nieren konnten durch die Renovasographie ätiologisch geklärt werden, d. h., die Korrelation war positiv. Man fand eine Aplasie, eine geschrumpfte Zystenniere und eine frühere Schockniere. (s. Abb. 10)

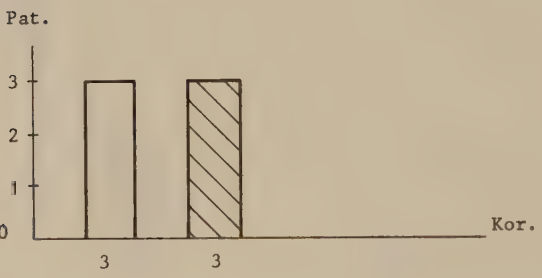


Abb. 10

6.10 Niereninsuffizienz und Nierenversagen

Bei 13 Fällen akuten Nierenversagens oder chronischer Niereninsuffizienz von Transplantat- oder eigenen Nieren bestand bei neun Patienten eine positive Korrelation. Es handelte sich dabei um die angiographische Klärung einer mehr oder weniger kompensierten Niereninsuffizienz bei 4 Patienten, eines Nierenversagens in 2 Fällen, eines Transplantatversagens in einem Fall und 2x um die Vorbereitung zur Transplantation, bei der die Renovasographie die für die Operation erforderlichen Informationen brachte.

Ungelöst blieb die Ätiologie von terminaler Niereninsuffizienz in 2 Fällen, einer Transplantatinsuffizienz und einem akuten Nierenversagen. (s. Abb. 11)

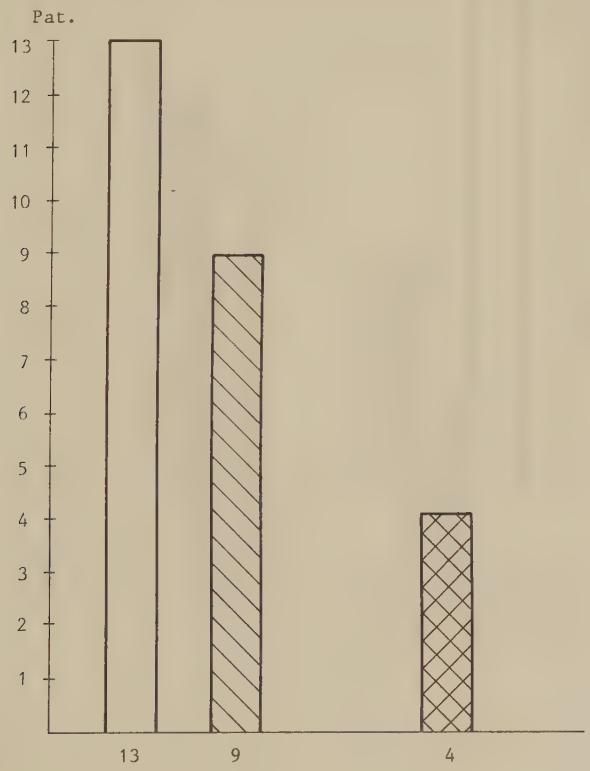


Abb. 11

6.11 Hämaturie und Proteinurie

In 9 Fällen veranlaßte die Hämaturie, in zweien die Proteinurie eine Renovasographie. Eine Abklärung gelang in 4 Fällen durch die Diagnose Tumor oder Entzündung. 7 Patienten zeigten keine pathologischen oder keine zur Hämaturie führenden Veränderungen. (s. Abb. 12)

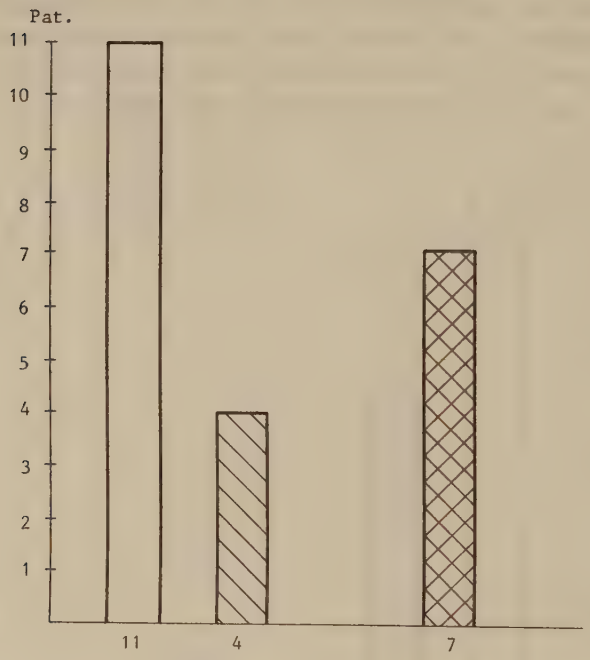


Abb. 12

6.12 Verdacht auf Tumor im Bauchraum

Im Rahmen einer Aortographie und einer selektiven Darstellung verschiedener Aortenäste wurden in 12 Fällen von Verdacht auf Tumor im Bauchraum auch die Nieren angiographiert. Pathologische Befunde an der Niere fand man nicht, dennoch bestand in 8 Fällen eine positive Korrelation zwischen Indikation und Ergebnis der Angiographie. Die Befunde lauteten Pankreastumor in 6 Fällen und Pankreaszyste in zweien. (s. Abb. 13)

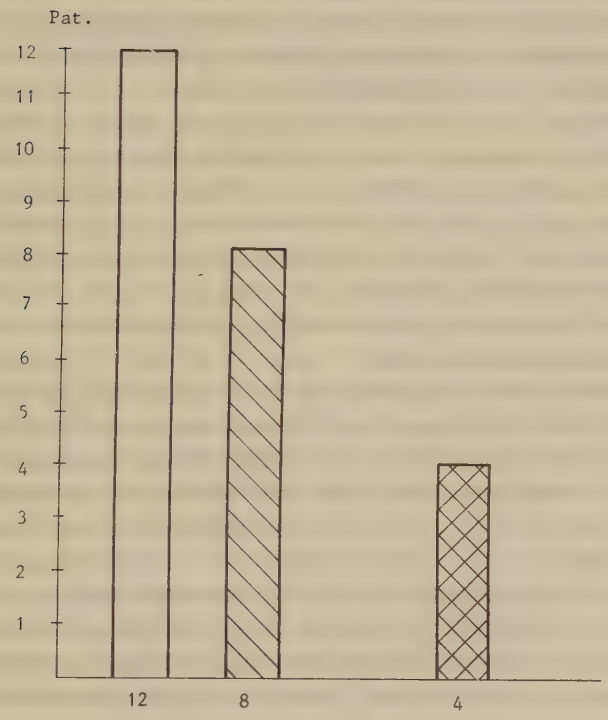


Abb. 13

7. Diskussion der statistischen Ergebnisse.

Von 278 angeforderten Renovasographien konnte nur eine infolge massiver arteriosklerotischer Veränderungen der Femoral- und Beckenarterien mit der Technik von Seldinger nicht durchgeführt werden. Bei 277 Nierengefäßdarstellungen bestand in 108 Fällen eine positive, in 29 Fällen eine fragliche und in 140 Fällen keine Korrelation zwischen Indikation und Ergebnis, d. h., in 50,4 % bestätigten sich die vermuteten Nierenveränderungen angiographisch nicht. Allerdings wurden dabei in einigen Fällen andere wesentliche Diagnosen gestellt, wie Nierenkompression von außen, Verdacht auf Nebennierentumor, Pankreastumor oder Nierenbefunde, die nicht vermutet waren.

Bei 110 der 140 negativen Korrelationen konnte angiographisch ein therapeutisch wichtiger Ausschluß erfolgen. In 47 Fällen wurde ein Tumor, in 63 Fällen ein renaler Hypertonus ausgeschlossen. Das bedeutet, daß in mindestens 110 Fällen zwar keine Korrelation bestand, dennoch aber die Renovasographie indiziert war, da das Fehlen der erwarteten Veränderung ganz wesentlich für das weitere therapeutische Vorgehen war.

Zusammenfassend hieße dies, daß die Renovasographie bei mindestens 80 % indiziert war, selbst wenn nur 39 % positiv korrelierten. Die 10,6 % fraglichen Korrelationen sind bei diesen 80 % nicht berücksichtigt. Das bedeutet, daß die Indikation in den untersuchten Fällen sehr exakt gestellt war.

Am wenigsten erfolgreich ist die Renovasographie, wie bereits aus dem statistischen Teil der Arbeit zu entnehmen ist, bei akuten entzündlichen Erkrankungen und bei unspezifischen Symptomen, wie Proteinurie oder Hämaturie.

8. Zusammenfassung

Sowohl der theoretische, als auch der statistische Teil der Arbeit haben gezeigt, daß die Renovasographie in einem relativ großen Bereich der Nierendiagnostik eine berechtigte Anwendung findet, oft sogar unerlässlich ist. Wesentlich ist dabei zu beachten, was die Domänen der Angiographie sind, nämlich die Abklärung expansiver Prozesse und des renalen Hypertonus. Diese beiden Indikationen nehmen auch in unserer Untersuchung den weitaus größten Raum ein und waren unabhängig vom Ergebnis fast immer von diagnostischem und / oder therapeutischem Interesse. Wie oben bereits angeführt, ist dagegen die angiographische Abklärung entzündlicher Geschehnisse wenig erfolgversprechend.

Der in vielen Fällen großen Aussagekraft der Renovasographie ist entgegenzusetzen, daß die Nierengefäßdarstellung als invasive Methode einer besonders sorgfältigen Überlegung bedarf. Die Untersuchung ist komplikationsreich, - es sind auch tödliche Komplikationen beschrieben, - belastend für den Patienten, kostspielig und aufwendig für den Untersucher. Damit gehört die Renovasographie sicher nicht zu den Routineuntersuchungen. Voraussetzung für die Nierenangiographie ist, daß alle anderen weniger eingreifenden Untersuchungen, die zur Diagnostik beitragen können, durchgeführt und genau durchdacht sind. Außerdem muß gewährleistet sein, daß das erwartete Ergebnis eine therapeutische Konsequenz hat. Ein letzter wesentlicher Punkt ist, daß der Patient über die eingreifende Untersuchung und die möglichen Risiken informiert ist und unter diesen Bedingungen der Untersuchung zustimmt, da sich ansonsten juristische Konsequenzen ergeben können. (8)

9. Literaturverzeichnis

1. APITZSCH D. E.: Technik der Angiographie bei Nierentumoren. Fortschr. Röntgenstr. 122, 1 (1975) 74-77

2. AYR., GEORGI M.: Renovasographie bei Harnstauungsniere. Aktuelle Urologie 6 (1975) 41-47

3. BOOKSTEIN J. J.: Die Bedeutung der Röntgenuntersuchung bei renovasculären Hypertonie. Radiologe 15 (1975) 139-148

4. CHIARI R., WILTSCHKE H.: Renovasographie bei Folgezuständen stumpfer Nierentraumen. Mschr. Unfallheilk. 75 (1972) 61-65

5. DEUTICKE P., LAUBENBERGER T.: Die Röntgenuntersuchung der Niere und des Harnleiters in der urologischen Diagnostik. Werk Verlag Dr. Edmund Banaschewski München-Gräfelfing 1974

6. EKELUND L.: Pharmako-Angiographie der Niere. Radiologe 13 (1973) 279-282

7. FREITAG G., MÜLLER G. W., FREITAG J., RABE F., WICHERT H.: Angiographische Befunde bei Nierenadenomen. Zschr. Urol. 68 (1975) 251-255

8. GAISBAUER G.: Ärztliche Aufklärungspflicht über die Gefahren bei angiographischen Eingriffen: Med. Welt 28/9 (1977) 452-453

9. GILL W. B., COLE A. T., WONG R. J.: Renovascular hypertension developing as a complication of selectiv renal arteriographie: The Journal of Urology 107 (1972) 922-924

10. GOLLMANN G.: 20 Jahre Katheterangiographie nach Seldinger- beeinträchtigt die Gefahr der Gefäßthrombose die Methode. Röntgen-Bl. 27 (1974) 453-462

11. HAURI D., SCHUCKI O., LEISINGER H. J.: Die Phantomtumoren der Nieren.
Urologe A 14 (1975) 71-74

12. HERMANUTZ K. D., WAHLEN A., SOBBE A.: Die klinische Bedeutung der Angiographie bei der Periarteriitis nodosa.
Röntgen-Bl. 28 (1975) 339-348

13. HEINRICH W.: Umfrage über Anästhesieverfahren bei Nierenangiographien.
Münch. med. Wschr. 115 (1973) 1406 Nr. 32/33

14. HETTLER M. G.: Angiographische Diagnostik der Nierenkrankheiten.
Internist 14 (1973) 362-376

15. HOLZHEY P., KOTSCHER E., KUX M., PIZA F., UNGER F.: Nierennekrose als Komplikation einer selektiven Angiographie.
VASA 3/1 (1974) 50-55

16. JANSON R., SOBBE A., BÜCHELER E.: Zur Problematik der Arteriographie hypervaskularisierter Nierentumoren.
Röntgen-Bl. 29 (1974) 235-246

17. YOUNG J. M., MORROW J. W.: Problems in the interpretation of angiograms in renal mass lesions.
The Journal of Urology 107 (1972) 925

18. KELLER H., WESSELER Th., DINKLOH H.: Aneurysmatische Veränderungen der Nierenarterien im Angiogramm.
Röntgen-Bl. 28 (1975) 327-333

19. KLEINSCHMIDT A., MALTZAN H.-H.: Indikationen zur Nierenangiographie.
Herz / Kreisl. 6/12 (1974) 647-653

20. LISSNER J.: Radiologische Hypertoniediagnostik.
Münch. med. Wschr. 116 (1974) Nr. 14 695-698

21. LÖHR E., MELLIN P.: Diagnose und Differentialdiagnose entzündlicher Nierenveränderungen im Röntgenbild.
pädiat. prax. 13 (1973/74) 433-440

22. LOHMANN F. W.: Diagnostik der arteriellen Hypertonie.
Med. Klin. 73 (1978) 995-1003 (Abb. 1)

23. REISS M. D., BOOKSTEIN J. J., BLEIFER K. H.: Radiologic aspects of renovascular hypertension, part 4. angiographic complications.
JAMA, July 24 (1972) Vol. 221,Abb. 1, 374-377

24. MEIISEL P., MEVES M.: Die Nierenserien-Angiographie bei der chronischen Pyelonephritis.
Urologe A 12 (1973) 7-12

25. MOELLER J.: Trauma und renovaskuläre Hypertonie.
Fortschr. Med. 91 (1973) Nr. 1, 12-13

26. NETTER F. H., Hrsg. RENNER E.: Farbatlas der Medizin
Band 2 Niere und Harnwege.
Georg Thieme Verlag Stuttgart 1976

27. OWMAN T.: Die Angiographie der Hamartome (Angiomyolipom).
Radiologe 13 (1973) 287-290

28. PIPER W.: Innere Medizin.
Springer Verlag Heidelberg 1974

29. PLATZBECKER H., KÖHLER K., RAATZSCH H.: Der Verschluß der A. renalis im Angiogramm.
Zschr. Urol. Bd. 68 (1975) 347-356

30. RUBEN-KOEHLER P.: Angiography of the Transplantated Kidney.
Radiology 102 (1972) 443-444

31. SCHULZ J. et al: Diagnostische Probleme des hypernephroiden Karzinoms.
Dtsch. Ges.wesen 28 (1973) H. 35, 1647-1650

32. SCHWARZ G., HAAS P.: Irrtümer in der angiographischen Diagnostik von Nierentumoren.
Röntgen-Bl. 26 (1973/7) 301-306

33. SELDINGER S. I.: Catheter replacement of the needle in the percutaneous arteriography.
Acta Radiologica 26 - 530088 Vol. 39 (1952)

34. SEPPELT U., BUHL K., GUNDERMANN P.: Blander partieller Niereninfarkt nach Katheterangiographie.
Fortschr. Röntgenstr. 126,1 (1977) 74-75

35. SZPORNY Gy., PINTER J., TOTH F., VARGA S.: Über die Bedeutung der Nierenangiographie bei dystoper Beckenniere.
Zeitschrift für Urologie, Heft 1/1972, 9-15

36. VOEGELI E., BLASER Ch., MONTANDON A.: Die angiographische Abklärung funktionsgestörter Nierentransplantate.
Fortschr. Röntgenstr. 120,1 (1974) 141-150

37. VOGLER E. (Hrsg.): Radiologische Diagnostik der Harnorgane.
Georg Thieme Verlag Stuttgart, 1974

38. WAGENKNECHT L. V., WEHLING H.: Wertigkeit diagnostischer Maßnahmen bei Nierenbeckentumoren.
Zeitschrift für Urologie Heft 6/1974, 423-429

39. WEISSBACH L. et al: Gefäßarme Nierentumoren.
Urologe A 14 (1975) 65-70

40. WEISSBACH L., TRÜMMERS H., BÜCHELER E.: Klinische und röntgenologische Maskierung maligner Nierentumoren.
Zschr. Urol. Bd. 68 (1975) 99-106

41. ZEITLER E.: Radiologische Diagnostik bei maligner Hypertonie und Mikroangiopathien.
Med. Welt 26/Heft 10 (1975) 427-431

Herrn Akad. Direktor Dr. J. Klemm - meinem Doktorvater - danke ich für die Stellung des Themas und für die freundliche Betreuung bei der Durchführung der Arbeit.

Für die Übernahme des Referates danke ich Herrn Prof. Dr. E. Buchborn und Herrn Prof. Dr. K. Kopetz.

LEBENSLAUF

1949 am 19. Mai in München geboren als 2. Kind meiner Eltern, Bruno Peiß und Elisabeth Peiß, geb. Schönauer. Geschwister: eine Schwester geb. am 8. 4. 1947.

1955 - 60 Grundschule in München

1960 - 70 Realgymnasium Louise - Schröder in München.

1970 - 76 Studium der Humanmedizin an der Ludwig - Maximilian - Universität München. 1972 Vorphysikum; 1973 Physikum

1976 im Dezember Staatsexamen an der Ludwig - Maximilian - Universität München.

1978 Ende Mai Beendigung der Medizinalassistentenzeit. 4 Monate Chirurgie im Krankenhaus München Schwabing; 8 Monate Innere Medizin im Klinikum rechts der Isar.

1978 Juni Approbation

1978 ab 1. November Assistenzarztstelle für Innere Medizin im Krankenhaus Neuwittelsbach in München.